



TUGAS AKHIR – TI 141501

**PENENTUAN JUMLAH *CRANE* PADA PROSES
BONGKAR MUAT PETI KEMAS DI TERMINAL
JAMRUD SELATAN PELABUHAN TANJUNG PERAK
MENGUNAKAN METODE SIMULASI DISKRIT**

WESLEY LIMANTO

NRP 02411440000115

Dosen Pembimbing

Nurhadi Siswanto, ST, MSIE., Ph.D

NIP. 197005231996011001

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018



FINAL PROJECT – TI 141501

**DETERMINING NUMBER OF *CRANE* FOR
CONTAINER LOADING UNLOADING PROCESS AT
SOUTH JAMRUD STATION IN TANJUNG PERAK
PORT USING DISCRETE EVENT SIMULATION
METHOD**

WESLEY LIMANTO

NRP 02411440000115

Supervisor

Nurhadi Siswanto, ST, MSIE., Ph.D

NIP. 197005231996011001

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

PENENTUAN JUMLAH CRANE PADA PROSES BONGKAR MUAT PETI KEMAS DI TERMINAL JAMRUD SELATAN PELABUHAN TANJUNG PERAK MENGGUNAKAN METODE SIMULASI DISKRIT

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh:

WESLEY LIMANTO

NRP 02411440000115

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:



Nurhadi Siswanto, ST, MSIE., Ph.D

NIP. 197005231996011001



PENENTUAN JUMLAH *CRANE* PADA PROSES BONGKAR MUAT PETI KEMAS DI TERMINAL JAMRUD SELATAN PELABUHAN TANJUNG PERAK MENGGUNAKAN METODE SIMULASI DISKRIT

Nama : Wesley Limanto

NRP : 02411440000115

Pembimbing : Nurhadi Siswanto, ST, MSIE., Ph.D

ABSTRAK

Pelabuhan merupakan salah satu fasilitas penting dalam transportasi laut yang saat ini menjadi sarana distribusi utama. Di Surabaya, Pelabuhan Tanjung Perak sebagai salah satu pelabuhan utama bagi banyak kapal untuk pengambilan muatan menuju daerah Timur Indonesia terutama di Terminal Jamrud Selatan yang merupakan terminal pusat Pelabuhan Tanjung Perak untuk melayani bongkar/muat peti kemas dalam negeri. Karena permintaan bongkar/muat barang dalam peti kemas dari Surabaya ke daerah timur yang semakin meningkat akibat peningkatan jumlah penduduk di Indonesia Timur, peningkatan manajemen Pelabuhan Tanjung Perak perlu dilakukan. Dalam prakteknya, seringkali Pelabuhan Tanjung Perak mengalami kesulitan untuk melayani proses bongkar/muat akibat produktivitas sumber daya *crane* yang kurang sehingga menambah jumlah *crane* hingga 2 buah selama 2 tahun terakhir. Dalam hal ini, dilakukan penelitian dengan menggunakan metode Simulasi Diskrit untuk menentukan keputusan yang tepat bagi Pelabuhan Tanjung Perak berdasarkan sewa atau beli *crane* dan jumlahnya berdasarkan persebaran permintaan tiap bulan yang tidak tetap, meningkatkan produktivitas dan menekan biaya untuk meningkatkan keuntungan. Hasilnya diperoleh jumlah penambahan 1 *crane* secara sewa untuk 4 bulan dengan permintaan paling besar dengan hasil produktivitas yang meningkat sehingga permintaan tertunda tiap bulan dapat dikurangi untuk menekan biaya.

Kata Kunci: Pelabuhan, Peti Kemas, Bongkar/Muat, *Crane*, Produktivitas, Simulasi Diskrit

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DETERMINING NUMBER OF *CRANE* FOR CONTAINER LOADING UNLOADING PROCESS AT SOUTH JAMRUD STATION IN TANJUNG PERAK PORT USING DISCRETE EVENT SIMULATION METHOD

Name : Wesley Limanto

NRP : 02411440000115

Supervisor : Nurhadi Siswanto, ST, MSIE., Ph.D

ABSTRACT

Port is one of important facility for sea transportation which is these days become one of main distribution means. In Surabaya, Tanjung Perak Port is the main port for many ships to load goods for East Indonesia, especially at South Jamrud Terminal which is the main terminal at Tanjung Perak Port for domestic container loading/unloading process. Because of demand increasing for loading/unloading stuffs in container from Surabaya to East Indonesia followed by increasing of human population in East Indonesia, Tanjung Perak Port's management needs improvement. In practice, oftenly Tanjung Perak Port experienced difficulties in loading/unloading service because of lag in crane resources which results to increasing the number of crane by two in the last two years of operations. Because of this case, research with using Discrete Event Simulation conducted to determine the right decision for Tanjung Perak Port by rent or buy crane and the number of resource needed based on uncertain demand distribution each months, increase productivity and reduce cost to increase profit. This research results increasing of crane numbers by renting 1 crane at 4 months which have the highest demand in period with results in increasing of productivity and decreasing delayed demand each months to reduce cost.

Keywords: Port, Container, Loading/Unloading, Crane, Productivity, Discrete Event Simulation

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa sebab karena berkat dan rahmatnya, penulis dapat menyelesaikan penelitian untuk Tugas Akhir yang berjudul **“Penentuan Jumlah *Crane* pada Proses Bongkar Muat Peti Kemas di Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak dengan Menggunakan Metode Simulasi Diskrit”**.

Penelitian ini dilakukan sebagai syarat untuk memenuhi mata kuliah Tugas Akhir dan menyelesaikan studi Jurusan Teknik Industri untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dalam penyelesaian penelitian ini, penulis banyak memperoleh bantuan, dukungan, dan motivasi melalui bimbingan, pengamatan dan penelitian, hingga revisi dan penyelesaian laporan penelitian. Oleh karena itu, penulis ingin berterima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Nurhadi Siswanto, ST, MSIE., Ph.D selaku dosen pembimbing penulis selama penulisan laporan tugas akhir dari awal hingga akhir penelitian.
2. Bu Kaci selaku penghubung penulis kepada penanggung jawab proses di Terminal Jamrud untuk melaksanakan penelitian.
3. Mas Anas yang membantu penulis dalam melakukan pengumpulan data untuk penelitian dan membimbing penulis selama kunjungan lapangan untuk mengetahui keseluruhan proses yang diperlukan dalam penelitian.
4. Bapak Adithya Sudiarno S.T., M.T., selaku pembimbing awal penulis yang membantu memotivasi, mengarahkan, dan menjelaskan hal-hal penting mengenai Tugas Akhir.
5. Bapak Stefanus Eko Wiratno, S.T., M.T. selaku penguji seminar proposal dan sidang tugas akhir, Bapak Dody Hartanto, S.T., MT. selaku penguji seminar proposal yang membantu penulis dalam melanjutkan pengerjaan tugas akhir melalui saran dan masukan yang diberikan, dan Bapak Yudha Andrian Saputra S.T., MBA selaku penguji sidang tugas akhir.

6. Orang tua serta kakak penulis yang selalu mendukung dan memotivasi penulis selama pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan.
7. Bu Lusi, Bu Ima, Bu Titin, Bu Ellif, Pak Miono, Pak Budi, dan seluruh dosen, staf dan karyawan lain yang banyak membantu penulis selama pengerjaan tugas akhir melalui arahan, motivasi, dukungan, dan saran yang diberikan.
8. Teman-teman Gardapati yang turut membantu memberi saran dan dukungan selama pengerjaan Tugas Akhir.

Penulis berharap dengan pengerjaan laporan ini pembaca dapat memperoleh manfaat berupa pengetahuan dan sebagai referensi dalam pelaksanaan penelitian serupa ataupun pengerjaan tugas yang bersangkutan. Penulis juga berharap laporan ini dapat berguna bagi perusahaan amatan untuk dapat melakukan pengembangan pada sistemnya. Semoga dengan penelitian ini, pembaca juga dapat memperoleh pedoman serta melakukan perbaikan dan memberi saran pada laporan penelitian ini.

Surabaya, 16 April 2018

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	9
1.3 Tujuan Penelitian	9
1.4 Manfaat Penelitian	9
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	10
1.5.1 Batasan	10
1.5.2 Asumsi	10
1.6 Sistematika Penulisan	10
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Proses Bongkar Muat Peti Kemas	13
2.2 Produktivitas	17
2.3 Sistem	18
2.4 Simulasi	20
2.5 Hasil Penelitian Terdahulu	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Flowchart Penelitian	27
3.2 Penjelasan Flowchart	28
3.2.1 Identifikasi Permasalahan	28
3.2.2 Analisa Permasalahan	32
3.2.3 Pengumpulan Data dan Pengamatan	34
3.2.4 Pembuatan Model Konseptual	36
3.2.5 Model Simulasi	36
3.2.6 Verifikasi dan Validasi	36
3.2.7 Desain Eksperimen dan Analisa Output	37

3.2.8	Kesimpulan dan Saran	37
BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		39
4.1	Deskripsi Kondisi Eksisting.....	39
4.2	Pengumpulan Data	42
4.2.1	Data Struktural.....	42
4.2.2	Data Operasional	42
4.2.3	Data Numerikal.....	43
4.3	Pengolahan Data	52
BAB 5 PERMODELAN SISTEM		59
5.1	Model Konseptual	59
5.1.1	Model Konseptual Sistem Secara Umum.....	59
5.1.2	Model konseptual proses eksternal di container yard.....	60
5.1.3	Model konseptual proses bongkar/muat kapal	61
5.1.4	Model konseptual proses internal di container yard	65
5.1.5	Model konseptual pergerakan peti kemas (proses transfer) di pelabuhan.....	66
5.1.6	Model konseptual proses kerja crane.....	68
5.2	Model Simulasi	70
5.3	Perhitungan Jumlah Replikasi.....	70
5.4	Verifikasi dan Validasi	72
5.4.1	Proses Verifikasi Model	72
5.4.1.1	Verifikasi Penyesuaian <i>Demand</i>	72
5.4.1.2	Verifikasi Proses Transfer.....	74
5.4.1.3	Verifikasi Stok Loading dan Unloading.....	74
5.4.2	Proses Validasi Model	76
5.5	Desain Eksperimen dan Analisa Output	78
5.5.1	Desain Skenario 1	78
5.5.2	Desain Skenario 2.....	80
BAB 6 ANALISA DAN INTERPRETASI DATA.....		81
6.1	Analisis Skenario 1	81
6.2	Analisis Skenario 2	85
6.3	Analisis Pengaruh Skenario terhadap Produktivitas Pelabuhan	86
6.4	Analisis Pengaruh Skenario terhadap Biaya	89

BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN.....	93
7.1 Kesimpulan.....	93
7.2 Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN.....	97
DATA BONGKAR/MUAT BULAN JANUARI	97
DATA BONGKAR/MUAT BULAN FEBRUARI	99
DATA BONGKAR/MUAT BULAN MARET	101
DATA BONGKAR/MUAT BULAN APRIL.....	104
DATA BONGKAR/MUAT BULAN MEI.....	106
DATA BONGKAR/MUAT BULAN JUNI.....	109
DATA BONGKAR/MUAT BULAN JULI.....	111
DATA BONGKAR/MUAT BULAN AGUSTUS.....	115
DATA BONGKAR/MUAT BULAN SEPTEMBER	118
DATA BONGKAR/MUAT BULAN OKTOBER	121
DATA BONGKAR/MUAT BULAN NOVEMBER.....	125
DATA BONGKAR/MUAT BULAN DESEMBER.....	127
BIODATA PENULIS	131

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Beberapa Cabang Perusahaan PT Pelindo III	2
Gambar 1.2 Terminal Pusat PT Pelindo III di Surabaya.....	3
Gambar 1.3 Arus permintaan berdasarkan jenis pengiriman barang (dalam jutaan)	6
Gambar 1.4 Permintaan bongkar muat peti kemas di Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak Tahun 2017	7
Gambar 2.1 Prosedur Layanan Jasa Petikemas PT Pelindo III.....	13
Gambar 2.2 <i>Flowchart</i> proses bongkar muat Terminal Jamrud Selatan.....	16
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi penelitian	27
Gambar 3.2 Diagram hubungan sebab-akibat sistem pelabuhan yang diamati	31
Gambar 4.1 Tata letak Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak.....	41
Gambar 4.2 Hasil <i>fitting distribution</i> dengan <i>input analyzer</i> pada performansi <i>crane</i>	53
Gambar 5.1 Model konseptual sistem secara umum.....	59
Gambar 5.2 Model konseptual proses eksternal (Muat dan Bongkar) di <i>container yard</i>	60
Gambar 5.3 Model konseptual proses bongkar/muat kapal	61
Gambar 5.4 Model konseptual proses internal di <i>container yard</i>	65
Gambar 5.5 Model konseptual pergerakan peti kemas (proses transfer) di pelabuhan	68
Gambar 5.6 Model konseptual proses kerja <i>crane</i>	70

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keterangan Terminal Pusat PT Pelindo III	3
Tabel 2.1 Detil referensi penelitian sebelumnya	24
Tabel 2.2 Perbandingan Referensi Penelitian Sebelumnya.....	26
Tabel 3.1 Jenis data bongkar muat petikemas di Terminal Jamrud Selatan	34
Tabel 4.1 Frekuensi pengiriman ke tiap kota di daerah timur.....	39
Tabel 4.2 Dimensi peti kemas <i>dry bulk</i>	44
Tabel 4.3 Kapasitas <i>container yard</i> dan penampungan sementara berdasarkan jenis peti kemas	45
Tabel 4.4 Biaya operasional Terminal Jamrud Selatan.....	46
Tabel 4.5 Tarif layanan peti kemas Pelabuhan Tanjung Perak tahun 2017	47
Tabel 4.6 Biaya beli/sewa sumber daya	48
Tabel 4.7 <i>Time space</i> kapal dalam pelabuhan bulan Januari 2017	49
Tabel 4.8 Data permintaan bongkar kapal bulan Januari 2017.....	50
Tabel 4.9 Data permintaan muat kapal bulan Januari 2017	51
Tabel 4.10 Hasil olahan data	52
Tabel 4.11 Hasil <i>fitting distribution</i> dan <i>probability distribution</i> data numerik... 53	
Tabel 4.12 Perhitungan probabilitas Bongkar/Muat	55
Tabel 4.13 Perhitungan probabilitas CY dan TL untuk proses bongkar	55
Tabel 4.14 Perhitungan probabilitas CY dan TL untuk proses muat	55
Tabel 4.15 Perhitungan probabilitas TEU 20' dan 40' untuk proses bongkar	56
Tabel 4.16 Perhitungan probabilitas TEU 20' dan 40' untuk proses muat.....	56
Tabel 5.1 Hasil perhitungan replikasi model sebanyak 5 kali untuk simulasi 1 tahun.....	71
Tabel 5.2 Verifikasi jumlah <i>demand</i> muat model simulasi dengan <i>read write</i>	73
Tabel 5.3 Verifikasi jumlah <i>demand</i> bongkar model simulasi dengan <i>read write</i>	73
Tabel 5.4 Verifikasi proses transfer model simulasi dengan <i>read write</i>	74
Tabel 5.5 Verifikasi <i>update</i> stok peti kemas muat dan bongkar dengan <i>read write</i>	75
Tabel 5.6 Hasil <i>output</i> B/S/H simulasi selama 1 tahun dengan 5 replikasi	77
Tabel 5.7 Hasil perhitungan uji statistik dengan <i>one sample t-test</i>	77

Tabel 5.8 Hasil produktivitas dan utilitas <i>running</i> simulasi untuk skenario penambahan <i>crane</i> dengan 5 replikasi.....	79
Tabel 5.9 Hasil produktivitas dan utilitas <i>running</i> simulasi untuk skenario penambahan <i>reach stacker</i> dengan 5 replikasi	80
Tabel 6.1 Frekuensi kerja <i>crane</i> selama 1 tahun dengan 5 replikasi	83
Tabel 6.2 Hasil perhitungan uji statistik skenario penambahan 1 <i>crane</i> dengan <i>two sample t-test</i>	84
Tabel 6.3 Hasil perhitungan uji statistik skenario penambahan 2 <i>crane</i> dengan <i>two sample t-test</i>	84
Tabel 6.4 Hasil perhitungan uji statistik skenario penambahan 1 <i>crane</i> dengan <i>two sample t-test</i> pada tingkat kepercayaan 90%	84
Tabel 6.5 Hasil perhitungan uji statistik skenario penambahan 1 <i>reach stacker</i> dengan <i>two sample t-test</i>	86
Tabel 6.6 Hasil perhitungan uji statistik skenario penambahan 2 <i>reach stacker</i> dengan <i>two sample t-test</i>	86
Tabel 6.7 Perhitungan <i>Box Ship Hour</i> tiap bulan untuk kondisi jumlah <i>crane</i> 6 buah	87
Tabel 6.8 Hasil perhitungan prforma Bongkar/Muat kondisi awal dan perbaikan	88
Tabel 6.9 Total pendapatan dari simulasi selama 1 tahun	90
Tabel 6.10 Biaya pelabuhan selama 1 tahun pada kondisi awal	91
Tabel 6.11 Biaya pelabuhan selama 1 tahun pada keputusan sewa dan beli <i>crane</i>	91
Tabel 6.12 Keuntungan yang diperoleh pelabuhan dengan 3 kondisi selama 1 tahun simulasi	91

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian.

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan lautan yang cukup luas sehingga jalur laut merupakan salah satu sarana transportasi dan distribusi antar provinsi di Indonesia. Pelabuhan merupakan fasilitas yang berfungsi untuk menerima serta melepas kapal dan memindahkan barang, kargo ataupun penumpang di dalamnya. Adanya pelabuhan menjadi salah satu sarana pengiriman melalui jalur laut sehingga perlu adanya manajemen yang baik dalam pengelolaan pelabuhan agar tiap proses yang melibatkan pengiriman antar pulau di Indonesia dapat berlangsung dengan baik.

PT Pelabuhan Indonesia III (Persero) atau lebih dikenal dengan sebutan Pelindo III merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam jasa layanan operator terminal pelabuhan (Pelindo, 2018). PT Pelindo III merupakan salah satu pelabuhan terbesar di Indonesia yang berpusat di Perak, Surabaya dan saat ini telah memiliki 43 pelabuhan di 7 provinsi besar di Indonesia, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Barat, Bali, Nusa Tenggara Timur (NTT), dan Nusa Tenggara Barat (NTB). 43 pelabuhan yang tersebar di 7 provinsi tersebut merupakan anak dan cabang perusahaan dari PT Pelindo III. Di Surabaya sendiri pelabuhan yang dimiliki diantaranya Pelabuhan Tanjung Perak, Pelabuhan Gresik, Terminal Peti Kemas Surabaya dan Pelabuhan Teluk Lamong. Selain itu di pulau Jawa beberapa pelabuhan besar seperti Terminal Peti Kemas Semarang, Tanjung Intan di Cilacap, Tanjung Tembaga di Probolinggo, dan Tanjung Wangi di Situbondo merupakan pelabuhan milik PT Pelindo III.



Gambar 1.1 Beberapa Cabang Perusahaan PT Pelindo III
(Pelindo, 2018)

Dari berbagai cabang perusahaan PT Pelindo III, pelabuhan pusat utama yang langsung ditangani oleh pusat merupakan Pelabuhan Tanjung Perak yang terdiri dari 4 terminal pelabuhan utama diantaranya Terminal Jamrud, Terminal Nilam, Terminal Mirah, dan Terminal Kalimas. Terminal Jamrud ialah terminal dengan permintaan terbanyak terutama untuk pengiriman barang internasional dan pengiriman peti kemas domestik yang bertujuan ke daerah Indonesia Timur seperti Sulawesi dan Maluku. Sebagai terminal dengan permintaan terbanyak, Terminal Jamrud memiliki luas yang lebih besar dan dibagi menjadi beberapa lokasi dengan jenis layanan yang berbeda-beda yang dibagi menjadi layanan bongkar muat peti kemas, layanan pengiriman ekspor dan impor, serta layanan barang dan penumpang yang dibedakan lokasinya pada terminal yang sama. Terminal Nilam sebagai tempat layanan barang (pengisian peti kemas) dan pengiriman seringkali diberikan ke Terminal Jamrud untuk peti kemas berisi bahan makanan serta ke Terminal Mirah untuk peti kemas berisi bahan berbahaya seperti bahan kimia, bahan mudah meledak, dan bahan-bahan berbahaya (*hazard*) lainnya karena kemampuan dan kegunaan alat yang berbeda antara kedua terminal. Selain itu dalam hal pelaporan, PT Pelindo III juga bertanggung jawab pada Terminal Peti Kemas Surabaya (TPS) dan Terminal Teluk Lamong (TTL)

karena tanah yang dimiliki pada dasarnya merupakan kepemilikan mutlak PT Pelindo III. Pembagian pekerjaan juga diberikan pada kedua terminal di luar tanjung perak tersebut akan tetapi permintaan layanan tidak dipertanggungjawabkan kepada PT Pelindo III karena kepemilikan saham yang terbagi dengan perusahaan lain seperti PT Co-Pelindo.



Gambar 1.2 Terminal Pusat PT Pelindo III di Surabaya
(Pelindo, 2018)

Tabel 1.1 Keterangan Terminal Pusat PT Pelindo III
(Pelindo, 2018)

Label	Dermaga	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)	Kedalaman (M LWS)
A	Dermaga Jamrud Utara	1200	15	18000	9
B	Dermaga Jamrud Barat	217	15	3255	6
C	Dermaga Jamrud Selatan	800	15	12000	7
D	Dermaga Kalimas	2270	15	34050	2.5
E	Dermaga Mirah	640	15	9600	6
F	Dermaga Berlian Timur	780	15	11700	9.7
G	Dermaga Berlian Utara	140	15	2100	7

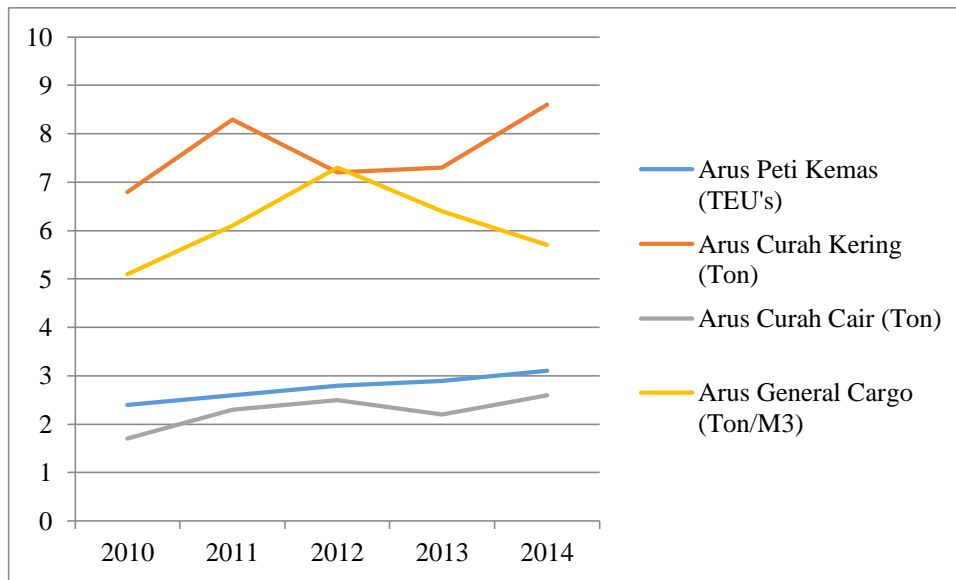
Tabel 1.1 Keterangan Terminal Pusat PT Pelindo III di Surabaya (lanjutan)

Label	Dermaga	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas (m ²)	Kedalaman (M LWS)
H	Dermaga Berlian Barat	700	15	10500	8.2
I	Dermaga Nilam Timur	920	15	13800	8
J	Dermaga Domestik TPS	450	45	20250	7.5
K	Dermaga Internasional TPS	1000	50	50000	10.5
L	Dermaga Internasional TTL	500	50	25000	10.5
M	Dermaga Domestik TTL	450	30	13500	9

Dermaga Jamrud Utara (A) memiliki tanah terpanjang karena kapasitas kapal yang datang merupakan kapal terbesar dibandingkan dengan kapal di dermaga-dermaga lain. Hal ini karena Terminal Jamrud Utara merupakan terminal utama yang melayani kegiatan ekspor impor dengan jumlah muatan yang paling besar karena mencakup seluruh negara yang dilewati untuk pengiriman. Dermaga Jamrud Barat (B) untuk layanan penumpang domestik serta barang-barang domestik dengan jumlah yang sedikit. Dermaga Jamrud Selatan (C) merupakan dermaga pusat untuk bongkar muat peti kemas domestik sehingga tanah yang disediakan cukup besar. Dermaga selain Nilam, Mirah, dan Kalimas merupakan kepemilikan dari anak perusahaan dimana PT Pelindo III hanya bertanggung jawab mengenai penyampaian laporan dan tidak mengatur pembagian kerja di dermaga-dermaga tersebut.

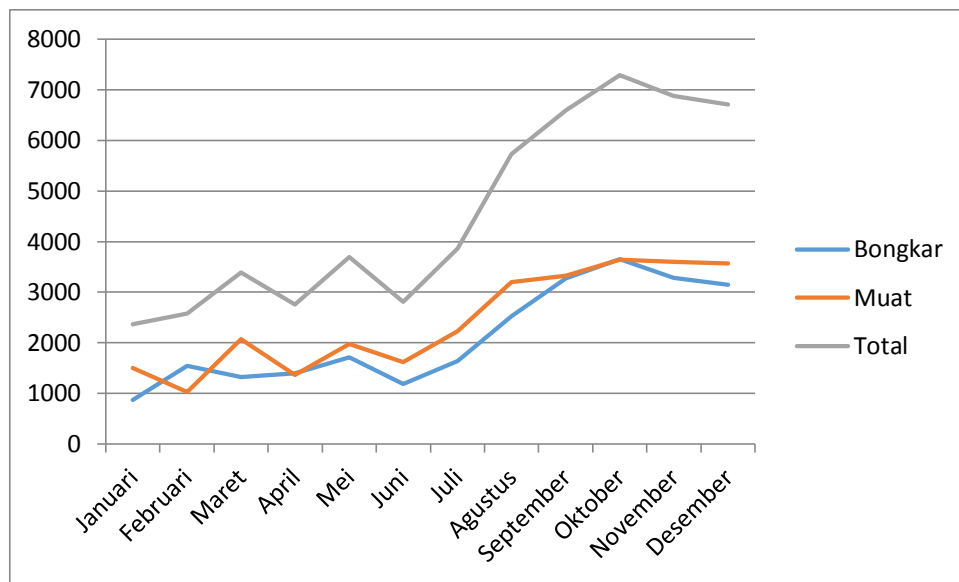
Dari pandangan perusahaan, pemuatan kapal untuk penumpang dan layanan ekspor-impor tanpa peti kemas bukan merupakan hal yang rumit karena menggunakan pekerja langsung dalam proses bongkar muatnya sehingga spesialisasi pekerja dapat diandalkan. Beda halnya dengan bongkar muat peti kemas di Terminal Jamrud Selatan yang memerlukan pekerjaan manual dan penggunaan alat-alat bantu berukuran besar seperti *crane*. Banyak faktor yang menghambat produktivitas proses bongkar muat yang terjadi seperti berat muatan,

kondisi alat bantu, ketersediaan kapal pengangkut, ketersediaan truk, kondisi cuaca serta hal-hal teknis lain seperti persiapan alat, penggantian ujung *crane* dan perawatan yang perlu dipertimbangkan oleh perusahaan. Selain itu, faktor manusia sendiri terkadang menjadi permasalahan yang menghambat proses kerja dimana hal ini tidak ditemui di pelabuhan lain seperti Terminal Petikemas Surabaya (TPS) dan Terminal Teluk Lamong (TTL) yang sudah menerapkan otomasi dalam prosesnya. Seringkali pekerja telat bekerja setelah jam istirahat atau seringkali ketika pergantian *shift* kerja, pekerja masih mengobrol dengan yang lain sehingga pekerjaan terhambat. Perubahan sistem kerja di Terminal Jamrud menjadi otomasi tentu masih memungkinkan akan tetapi memerlukan investasi yang cukup besar melihat sistem otomasi yang dimiliki oleh TPS dan TTL menggunakan *barcode* pada petikemas dalam proses bongkar muatnya sehingga peti kemas yang digunakan harus dalam kondisi yang baik. Pada Terminal Jamrud, peti kemas yang digunakan hampir seluruhnya memiliki umur yang sudah tua karena peti kemas berasal dari *customer* sendiri sehingga PT Pelindo III hanya mampu mengatur perencanaan pada kondisi manual saja. Kondisi alam yang terjadi dan tidak dapat dicegah tentunya seperti badai seringkali menjadi penghambat utama pekerjaan tidak dapat berjalan. Kondisi ini menyebabkan pekerjaan tertunda dalam waktu yang cukup lama bahkan bisa berhari-hari. Selain bongkar muat peti kemas merupakan hal yang paling rumit dari layanan yang disediakan, arus permintaan jasa pengiriman peti kemas juga selalu meningkat tiap tahun tidak seperti permintaan pengiriman bahan-bahan lainnya seperti curah kering (*dry bulk*), *general cargo*, dan penumpang yang berfluktuatif.



Gambar 1.3 Arus permintaan berdasarkan jenis pengiriman barang (dalam jutaan)
(Pelindo, 2018)

Sebagai salah satu layanan dengan permintaan yang terus meningkat dan penanganan yang cukup rumit, maka layanan peti kemas ini menjadi salah satu layanan kritis dari PT Pelindo III. Pada pelabuhan Tanjung Perak, khususnya di Terminal Jamrud Selatan memiliki permintaan yang cukup besar dari keseluruhan permintaan pengiriman peti kemas oleh PT Pelindo III. Hal ini karena Terminal Jamrud Selatan menangani pengiriman bahan makanan yang merupakan kebutuhan utama manusia. Melihat pertumbuhan populasi masyarakat Indonesia yang terus meningkat tentunya kebutuhan makanan nasional juga akan terus meningkat sehingga perlu manajemen yang baik agar keterlambatan pengiriman tidak menjadi permasalahan bagi perusahaan yang menyebabkan krisis kepercayaan terhadap perusahaan.



Gambar 1.4 Permintaan bongkar muat peti kemas di Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak Tahun 2017
(Pelindo, 2017)

Dalam praktek operasinya, perencanaan yang dilakukan jarang mempertimbangkan adanya pengaruh diluar pekerja seperti kondisi cuaca, kerusakan alat *material handling*, serta manajemen alokasi truk antar terminal menjadi penyebab keterlambatan pengiriman terjadi. Meski perusahaan tidak mengalami kerugian secara langsung karena biaya yang ditanggung oleh pelanggan, tetapi dalam jangka panjang akan menurunkan kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan menyeluruh khususnya dalam manajemen bongkar muat peti kemas yang merupakan suatu sistem kompleks. *Crane* menjadi sumber daya kritis dalam prosesnya karena peti kemas baik kosong maupun berisi memiliki berat yang hanya dapat ditangani oleh *crane* dan sumber daya manusia sebagai pengendali alatnya. Tentunya keberadaan manusia sebagai pekerja sudah merupakan faktor yang diatur dengan baik sesuai prosedur perusahaan. Permasalahan seringkali timbul akibat *crane* yang beroperasi rusak ketika sedang bekerja sehingga membutuhkan perbaikan cukup lama bergantung pada jenis kerusakan yang terjadi. Jika kerusakan yang terjadi terlalu parah sehingga memerlukan perbaikan cukup lama maka peti kemas yang direncanakan dikerjakan oleh *crane* tersebut harus dipindah ke *crane* yang lain dimana prosesnya memerlukan biaya yang cukup besar sehingga menjadi suatu

kerugian bagi perusahaan. Selain itu, penggunaan 2 *crane* dalam 1 kapal juga dilakukan apabila permintaan yang terjadi cukup besar. Apabila kapasitas 6 *crane* yang dimiliki oleh perusahaan tidak dapat mengatasi permintaan bongkar muat saat itu maka Pelabuhan Tanjung Perak akan meminjam *crane* lain berupa *Shore Crane* dengan kemampuan sekitar 10 TEU's/jam yang lebih rendah dibandingkan dengan *crane* sendiri yang berupa *Harbour Mobile Crane* (HMC) berkapasitas 12 TEU's/jam. Peminjaman ini juga akan mengeluarkan biaya dan apabila tidak tersedia maka pemuatan akan mengantri lebih lama dan akan menurunkan performa pelayanan pelabuhan.

Pada data bongkar muat petikemas tahun 2017 di Terminal Jamrud Selatan dapat terlihat total permintaan bongkar dan muat dari bulan Januari hingga Agustus mengalami naik turun yang tidak signifikan sehingga berdasarkan perhitungan dimana kapasitas *crane* sebesar 12 TEU's per jam dengan jumlah *crane* sebanyak 6 buah dapat mengatasi permintaan pada bulan tersebut. Pada bulan September hingga Desember, permintaan mengalami kenaikan yang cukup drastis sehingga pada kejadian aktual performa tidak sesuai dengan perencanaan karena jumlah *crane* yang tidak mencukupi meski pada praktek aktualnya pelabuhan meminjam *crane* dari pelabuhan lain sehingga produktivitas menurun. Selain itu, pada periode dimana permintaan tidak tinggi utilitas *crane* menjadi berkurang karena beberapa *crane* menganggur ketika kapal yang datang tidak memenuhi kapasitas pelabuhan sebanyak 5 tempat labuh. Karena evaluasi oleh PT Pelindo III dilakukan tiap tahun, maka utilitas dan produktivitas dengan variabel *crane* menjadi fokus utama bagi perusahaan. Perusahaan memprioritaskan *service level* yang tinggi untuk ditawarkan kepada pelanggan sehingga produktivitas menjadi tujuan utama perusahaan. Meski produktivitas yang tinggi sebagai tujuan utama, PT Pelindo III juga memperhatikan utilitas sumber dayanya karena permintaan yang fluktuatif. Karena perilaku yang acak dari permintaan, maka perencanaan awal tidak dapat digunakan untuk menentukan keputusan yang tepat bagi perusahaan dalam menentukan jumlah sumber dayanya.

Sebagai suatu sistem dengan perilaku yang tidak tetap (stokastik) dan berubah mengikuti waktu (dinamis), metode simulasi menjadi alat untuk membantu perencanaan dengan penggambaran model secara menyeluruh.

Simulasi ini sendiri merupakan suatu cara untuk membuat ulang suatu kondisi dari situasi atau dengan kata lain suatu model sebagai sarana studi, pengujian, pelatihan, dan sebagainya (*Oxford American Dictionary*, 1980). Simulasi merupakan pemodelan suatu proses atau sistem sebagai suatu respon dari sistem aktual pada kejadian yang berjalan tiap waktu (*Schriber*, 1987). Dengan kata lain simulasi merupakan imitasi atau tiruan dari suatu sistem dinamis menggunakan model komputer untuk mengevaluasi dan mengembangkan performansi sistem. Dengan metode simulasi ini, maka dapat ditemukan variabel-variabel di luar kondisi alam dari proses bongkar muat peti kemas terutama *crane* yang menyebabkan kurangnya produktivitas dengan tetap memperhatikan utilitas *crane* dari proses aktual serta menemukan pengembangan yang tepat.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi permasalahan yang dilakukan maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian tugas akhir ini yaitu bagaimana menentukan jumlah *crane* yang diperlukan untuk meningkatkan produktivitas proses bongkar muat peti kemas dengan tetap memperhatikan utilitas *crane* yang digunakan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk membangun/mengembangkan model konseptual dan simulasi dari proses bongkar muat peti kemas di Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak.
2. Mengetahui jumlah *crane* yang diperlukan untuk peningkatan produktivitas proses bongkar muat peti kemas serta keputusan sewa atau beli *crane* berdasarkan pertimbangan biaya.
3. Mengetahui variabel kritis yang mempengaruhi *service level* dari proses bongkar muat peti kemas.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perusahaan dapat menggunakan model simulasi untuk pengembangan di masa mendatang.
2. Memberi saran dan masukan yang perlu bagi perusahaan terhadap kinerja aktual proses bongkar muat peti kemas.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk memberikan fokus pembahasan masalah pada penelitian Tugas Akhir, maka dibuat ruang lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan asumsi.

1.5.1 Batasan

Batasan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

Proses yang diamati hanya pada lokasi pengumpulan peti kemas (*container yard*) sampai ke dermaga tempat kapal berlabuh.

1.5.2 Asumsi

Asumsi dari penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut. :

1. Alat *Material Handling* selain *crane* tidak mengalami kerusakan.
2. Proses muat hanya mempertimbangkan *demand*, tidak bergantung pada volume kapal.
3. Waktu *set-up* untuk *switch crane* dapat diabaikan karena tidak berpengaruh signifikan terhadap lama proses.
4. Waktu persiapan pekerja tercakup dalam waktu *pre-time* sehingga dapat diabaikan.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut adalah sistematika penulisan Tugas Akhir dari mulai bab 1 sampai dengan bab 6.

BAB 1 : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang dilakukannya penelitian, perumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan penelitian.

BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan tentang landasan teori yang akan digunakan sebagai dasar dalam menyelesaikan permasalahan.

BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisikan tentang tahapan – tahapan atau proses yang harus dilakukan dalam menjalankan penelitian agar sistematis

BAB 4 : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini menjelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

BAB 5 : PERMODELAN SISTEM

Pada bab ini berisi permodelan dari sistem yang diamati yang digunakan sebagai alat untuk penyelesaian masalah.

BAB 6 : ANALISA DAN INTEPRETASI DATA

Pada bab ini menjelaskan mengenai analisa dan intepretasi data. Analisa dilakukan terhadap hasil yang diperoleh pada pengolahan data yang sudah dilakukan pada bagian sebelumnya. Hasil yang diperoleh merupakan jawaban dari perumusan masalah yang ditentukan di awal penelitian. Analisa dan intepretasis data yang dilakukan akan menjadi dasar dalam penarikan kesimpulan dan saran.

BAB 7 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini menjelaskan mengenai kesimpulan yang diambil dari keseluruhan proses penelitian dan kesimpulan tersebut akan menjawab tujuan penelitian. Pada bagian ini juga akan diberikan saran serta rekomendasi perbaikan untuk usaha penunjang. Selain itu, akan diberikan pula saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini berisi sumber dari referensi yang digunakan selama proses penelitian dan penyusunan laporan penelitian.

LAMPIRAN

Pada bagian ini berisi lampiran data yang didapatkan selama penelitian.

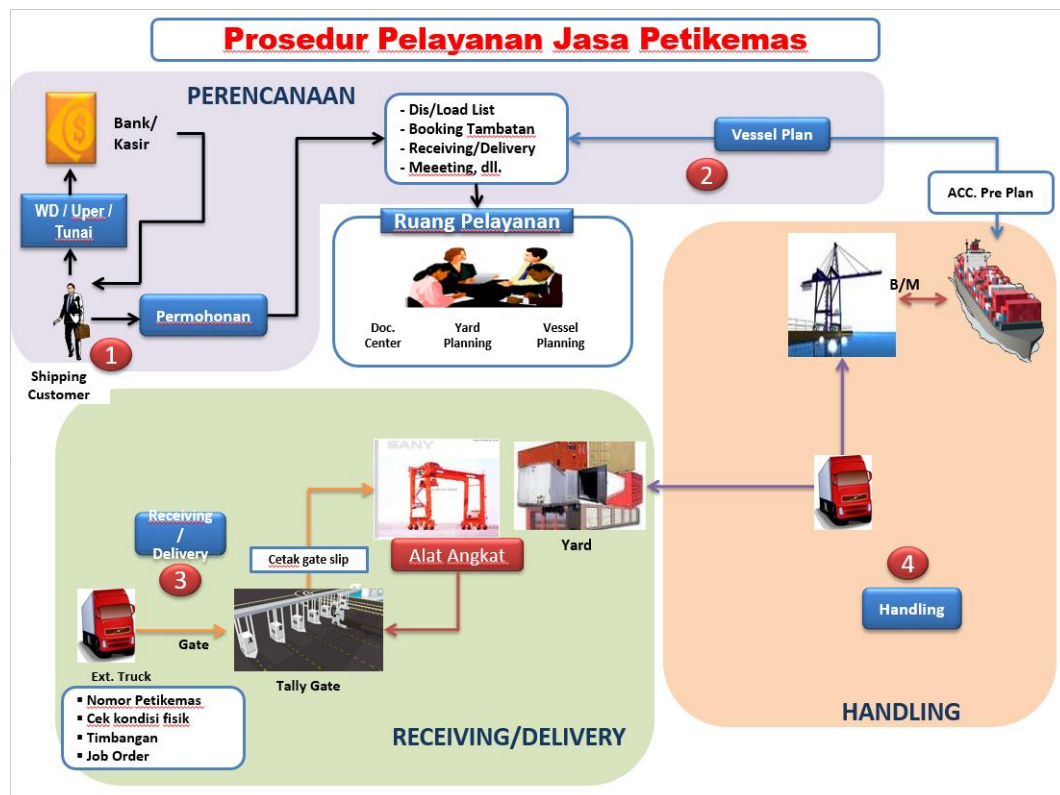
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan tentang landasan teori yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir.

2.1 Proses Bongkar Muat Peti Kemas

Layanan Bongkar Muat (B/M) dari PT Pelindo III secara umum melalui 3 tahapan utama diantaranya tahap perencanaan (*planning*), tahap pergerakan/pengendalian material (*handling*), dan tahap penerimaan dan pelepasan (*receiving/delivery*).



Gambar 2.1 Prosedur Layanan Jasa Petikemas PT Pelindo III
(Pelindo,2018)

Prosedur pelayanan petikemas ini dilakukan oleh seluruh pelabuhan yang berada di bawah PT Pelindo III dimana Pelabuhan Tanjung Perak juga mengikuti prosedur tersebut. Pada tahap perencanaan, seluruh kapal yang mendaftar untuk

berlabuh baik untuk bongkar (*discharge*) ataupun muat (*load*) atau keduanya di data dan dilakukan perencanaan selama 1 bulan mulai dari jadwal kapal untuk datang, penempatan nomor pelabuhan, barang menetap (*Container Yard*) atau tidak (*Trucking Loss*), *handling CY* (*forklift* atau *reach stacker*), besar muatan, lama bongkar/muat, dan sebagainya. Kemudian dirangkap dan diolah untuk menentukan perencanaan *Berthing Time* (BT) dan *Berth Working Time* (BWT).

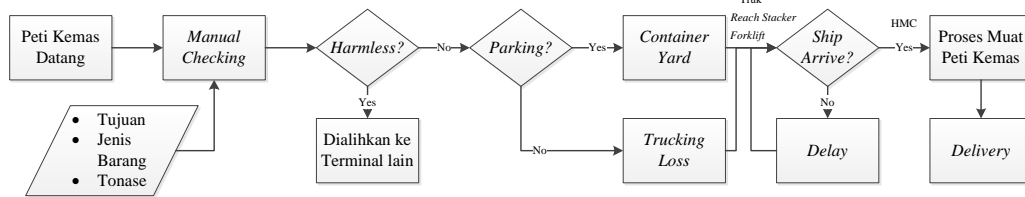
Setelah perencanaan, kegiatan bongkar muat kapal dilakukan sesuai dengan alokasi yang telah ditentukan dari hasil perencanaan. Karena efektivitas kegiatan bongkar muat sangat bergantung pada kegiatan *handling* terutama *Harbour Mobile Crane* (HMC) maka kegiatan ini disebut kegiatan *handling*. Selain *crane*, *forklift* juga dapat digunakan untuk kegiatan bongkar kapal apabila kegiatan di *Container Yard* (CY) sebagai tempat peti kemas berhenti di pelabuhan tidak terlalu besar. Kegiatan bongkar muat pada perencanaan tidak memperhitungkan adanya kondisi yang tidak terduga seperti badai, ketinggian ombak, dan lain-lain. Sehingga jika pada prakteknya kondisi alam seperti disebutkan terjadi, maka kapal bisa menetap hingga berhari-hari bergantung pada kondisi cuaca (*grounded*) dan akan dicatat sebagai *idle time* (IT). Karena perencanaan tidak sesuai dengan kondisi aktual, maka pada kondisi aktual tiap pekerja diharuskan untuk mencatat *timesheet* dari pekerjaan yang dilakukan yang berisi waktu mulai bekerja, *idle time* yang merupakan waktu menganggur yang tidak perlu, tidak terduga serta akibat kondisi alam seperti pekerja makan saat waktu bekerja, mogok, *crane* rusak, dan badai yang menyebabkan pekerjaan tertunda. Adapula *non operational time* (NOT) yang merupakan waktu pekerjaan berhenti karena hal yang sudah ada pada perencanaan seperti waktu istirahat, pergantian *shift*, dan kegiatan lain. Keterlambatan pekerja untuk kembali bekerja setelah jam istirahat akan dicatat sebagai *idle time* (IT). *Timesheet* kemudian diberikan kepada kantor untuk diolah dan dievaluasi berdasarkan *Effective Time* (ET) yang merupakan selisih antara *Berthing Time* (BT) dengan *Idle Time* (IT) serta *Non-Operational Time* (NOT).

Setelah proses *Handling* dilakukan, khususnya untuk proses bongkar kapal, proses *Delivery/Receiving* dilakukan setelah peti kemas dibongkar dari kapal dan meninggalkan stasiun bongkar/muat. Berdasarkan perencanaan yang

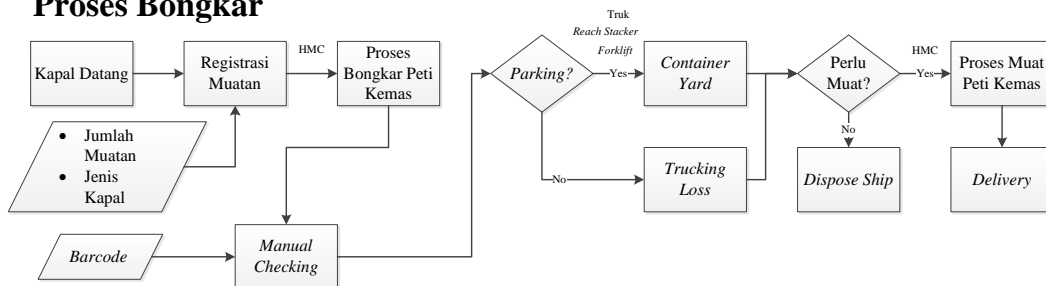
dilakukan, peti kemas akan dipisahkan berdasarkan *barcode* pada petikemas dan ditentukan petikemas berhenti di pelabuhan (*Container Yard*) atau langsung dikirim ke *customer* (*Trucking Loss*). Pada TPS dan TTL, proses pemisahan ini akan dilakukan secara otomatis dengan sensor *barcode*, akan tetapi proses yang masih manual pada Pelabuhan Tanjung Perak mengharuskan pekerja untuk teliti dalam membaca perencanaan sehingga terkadang terjadi kesalahan ketika *customer* meminta untuk pengiriman langsung. Hal ini menyebabkan biaya tambahan pada *customer* karena penitipan petikemas di pelabuhan yang tidak seharusnya. Meski perusahaan tidak mengalami kerugian, *customer* dapat melakukan komplain pada perusahaan yang menyebabkan adanya krisis kepercayaan pada perusahaan. Kegiatan di CY pada Pelabuhan Tanjung Perak nantinya juga akan mengalami banyak proses *handling* dengan alokasi *reach stacker* dan *forklift* yang telah direncanakan. Secara umum, muatan yang tidak lebih dari 15 ton akan ditangani oleh *forklift* berkapasitas 5 buah dan untuk muatan lebih dari 15 ton ditangani oleh *reach stacker* berjumlah 2 buah.

Dengan proses yang masih manual, Pelabuhan Tanjung Perak khususnya di Terminal Jamrud Selatan yang bertugas melayani bongkar muat peti kemas domestik memiliki prosedur yang sedikit berbeda dari prosedur umum. Karena tidak tersedianya teknologi untuk sensor *barcode*, seluruh peti kemas yang ditugaskan di Terminal Jamrud Selatan berupa bahan makanan dengan pemeriksaan manual ketika peti kemas masuk ke dalam terminal.

Proses Muat



Proses Bongkar



Gambar 2.2 Flowchart proses bongkar muat Terminal Jamrud Selatan

(Pelindo, 2018)

Proses pemeriksaan muatan dilakukan pada peti kemas dan formulir registrasi setelah pendaftaran peti kemas. Pemeriksaan yang dilakukan ialah kota tujuan peti kemas, jenis barang, serta berat peti kemas. Sebelum masuk ke pelabuhan, peti kemas sudah diseleksi terlebih dahulu oleh PT Pelindo dengan jenis barang yang berbahaya akan dialihkan ke Terminal Petikemas Surabaya (TPS) sedangkan untuk bahan-bahan tidak berbahaya diberikan ke Terminal Jamrud Selatan. Terkadang proses seleksi dapat mengalami kegagalan sehingga peti kemas yang berbahaya dikirim ke Terminal Jamrud Selatan. Ketika ditemui maka akan langsung dialihkan ke Terminal lain sebelum masuk ke pelabuhan. Untuk proses bongkar, registrasi kapal dilakukan lebih dulu sebelum pemeriksaan peti kemas. Registrasi kapal meliputi jumlah muatan dan jenis kapal yang datang. Kapal dengan ukuran yang melebihi kapasitas dermaga tidak akan dilayani dan dialihkan ke terminal lain khususnya TPS. Setelah registrasi kapal, pemeriksaan muatan dilakukan setelah *trucking*. Pemeriksaan yang dilakukan hanya berupa *barcode* untuk menentukan apakah peti kemas akan ditampung lebih dulu (*container yard*) atau langsung dikirim (*Trucking Loss*).

Proses bongkar muat peti kemas di Terminal Jamrud Selatan selalu dipicu oleh kedatangan kapal. Ketika kapal datang, proses bongkar muat baru berjalan dimana pada proses muat peti kemas dimulai dari *container yard* dengan sumber

daya berupa *reach stacker*, *forklift*, dan truk. *Container yard* pada Terminal Jamrud Selatan mampu menampung sebanyak 4000 TEU's dengan dimensi 400 x 30 m atau seluas 1,2 hektar. Jika *container yard* penuh, digunakan ruang kosong di luar pagar dari *container yard* sehingga luas *container yard* maksimal dapat mencapai 1,5 hektar atau sekitar 15000 m². Jika kapasitas maksimal *container yard* sudah tercapai, maka peti kemas akan langsung masuk ke tempat labuh dengan *trucking loss*. Jika kapal belum datang, maka peti kemas akan diletakkan di tempat penampungan sementara tepat di depan tempat labuh sebanyak 3 ruang tepat di depan pagar pembatas *container yard* yang berhadapan dengan dermaga dengan kapasitas sekitar 90 TEU's atau seluas 150 m² per ruang sehingga totalnya sebesar 450 m². Apabila penampungan sementara juga penuh, truk pengirim tidak dapat masuk pelabuhan. Pelabuhan juga memiliki truk pribadi sebanyak 5 buah dengan 2 truk berkapasitas 2 TEU's dan 3 truk berkapasitas 1 TEU. Akibat permintaan *trucking loss* seringkali truk tidak kembali tepat waktu ketika proses berjalan kembali sehingga menyebabkan *delay* dalam proses bongkar muat. Tetapi hal ini dapat diatasi karena truk lain kepemilikan PT Pelindo yang ditugaskan di terminal lain seringkali mengalami *idle* dan bukan menjadi permasalahan bagi perusahaan sehingga dapat digunakan pula di Terminal Jamrud Selatan. Alokasi HMC (*Harbour Mobile Crane*) diprioritaskan pada proses bongkar kapal dengan maksimum alokasi sebanyak 2 *crane* dalam satu kapal melihat kapasitas lahan dermaga yang terbatas. Seiring berjalannya penambahan permintaan dari tahun ke tahun, HMC yang semula berjumlah 4 buah pada tahun 2016 menjadi 6 buah pada tahun 2018. Hingga saat ini produktivitas masih cukup rendah meski secara umum kemampuan HMC sebesar 12 TEU's/jam. Dalam proses aktualnya, HMC hanya mampu mengangkat sebanyak 2-4 TEU's/jam sehingga ketika permintaan naik secara drastis yang seringkali terjadi pada bulan akhir tidak dapat teratasi dan menyebabkan penurunan produktivitas dan *service level*.

2.2 Produktivitas

Menurut Ervianto (2004), produktivitas merupakan rasio antara *output* dan *input* atau rasio antara hasil produk dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proses manufaktur, bentuk produktivitas dihitung berdasarkan produk dan

bahan baku yang digunakan. Produktivitas seringkali digunakan sebagai istilah dalam perusahaan barang karena merupakan salah satu KPI (*Key Performance Indicators*) bagi performa perusahaan. Pada perusahaan jasa, *service level* seringkali sebagai KPI utama karena hubungannya yang bersifat langsung dengan *customer*, tetapi istilah produktivitas juga merupakan hal penting terutama dalam mengukur performansi pekerja dan alat yang digunakan dengan tujuan untuk meningkatkan *service level*. Dengan konsep yang sama antara perusahaan manufaktur dan perusahaan jasa, produktivitas dirumuskan sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2000).

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input (Measurable)} + \text{Input (Invisible)}}$$

Input invisible meliputi tingkat pengetahuan, kemampuan teknis, metodologi kerja, dan tingkat motivasi dan pengaturan kerja.

Produktivitas yang dirumuskan oleh Wignjosoebroto (2000) merupakan produktivitas yang mengukur performa kinerja pekerja. Pada penelitian ini dengan konsep yang sama menggunakan rumusan sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Hasil Kerja}}{\text{Jam kerja}}$$

Dimana pengukuran performa menggunakan hasil kerja (*Output*) berupa jumlah bongkar muat yang dilakukan dan kemampuan *crane* seharusnya (*Input*) pada waktu tertentu.

2.3 Sistem

Sistem merupakan kumpulan dari elemen-elemen yang memiliki fungsi tertentu untuk mencapai tujuan yang sama (*Blanchard*, 1991). Hal penting dari suatu sistem seperti disebutkan pada definisi bahwa sistem terdiri dari berbagai elemen, tiap elemen saling berhubungan dan bekerja bersama, serta sistem ada dengan tujuan mencapai tujuan spesifik. Beberapa elemen dalam sistem ialah sebagai berikut.

- Entitas

Entitas merupakan sesuatu yang diproses dalam sistem dan keluar setelah terproses dalam sistem. Entitas ada 3 tipe diantaranya : *Human or Animate*

(*customer*, pasien, nasabah, dll), *Inanimate* (*parts*, dokumen, dll), dan *Intangible* (*calls*, *e-mail*, dll).

- Aktivitas

Entitas yang masuk mengalami pemrosesan dalam sistem yang disebut suatu aktivitas. Aktivitas diklasifikasikan menjadi : *Entity Processing* (proses utama yang bersifat *value added*), *Entity/Resource Movement* (*Material Handling process*), serta *Resource Adjustment* (*Maintenance & repair*, *Set up*, dll).

- Sumber Daya

Dalam melakukan pemrosesan entitas, aktivitas memerlukan sumber daya dalam melakukan pekerjaannya. Sumber daya juga diklasifikasikan seperti entitas, yaitu : *Animate* (pekerja), *Inanimate* (kebutuhan ruang, peralatan, mesin), dan *Intangible* (informasi dan listrik).

- Kontrol

Elemen yang menentukan/mengatur bagaimana sumber daya melakukan aktivitas pada entitas. Dalam suatu sistem, elemen kontrol merupakan elemen penting untuk mencapai tujuan sistem. Elemen ini merupakan serangkaian prosedur seperti perencanaan produksi (MPS), jadwal kerja, dan sebagainya.

Sistem juga memiliki variabel-variabel yang menentukan hubungan antar elemen baik elemen yang sama maupun elemen yang berbeda. Dalam usaha pengembangan performansi sistem diperlukan pemahaman mengenai variabel sistem diantaranya:

- Variabel Keputusan

Variabel ini merupakan variabel yang bersifat independen serta ada yang dapat dikontrol maupun tidak dapat dikontrol sehingga seringkali variabel keputusan disebut sebagai *input variable*. Dalam usaha mengoptimalkan *Output* variabel keputusan terkontrol diubah-ubah. Contoh variabel keputusan tak terkontrol ialah kedatangan nasabah, waktu proses mesin, dan distribusi kerusakan mesin sedangkan variabel keputusan terkontrol seperti jumlah mesin, jumlah *counter*, dan sebagainya.

- Variabel Respon

Sebagai akibat dari adanya variabel keputusan, variabel respon sebagai *output* dari variabel keputusan yang terdapat di dalam sistem. Contoh variabel respon ialah produktivitas, utilisasi mesin, *value added time*, dan sebagainya yang merupakan metrik performansi sistem.

- Variabel Status

Variabel status secara tidak langsung memengaruhi hasil *output* dari variabel respon. Variabel ini menjelaskan hal yang terjadi di dalam proses seperti jika proses sedang berjalan maka status sistem *busy*. Ada pula jika sedang menganggur maka sistem *idle* dan jika rusak *down* dan sebagainya.

Dalam mengembangkan sistem, performansi sistem diukur berdasarkan metrik performansi sistem (*System Performance Metrics*). Pada tingkat tertinggi suatu bisnis atau organisasi, metrik mengukur performansi total berupa keuntungan, pendapatan, biaya, ROA (*return on assets*), dan sebagainya. Dalam kasus sistem yang lebih kompleks terutama dalam perusahaan, metrik tersebut masih terlalu lemah dan tidak dapat merepresentasikan performa dari suatu sistem. Dalam hal operasional, metrik akan lebih menguntungkan dan representatif jika diukur berdasarkan waktu, kualitas, kuantitas, efisiensi, dan utilisasi. Beberapa metrik pengukuran atau KPI (*Key Performance Indicators*) operasional ialah *flow time*, utilisasi, *value added time*, *waiting time*, *flow rate*, *inventory levels*, *variance*, dan sebagainya bergantung pada sistem yang diamati.

2.4 Simulasi

Simulasi merupakan suatu cara untuk membuat ulang suatu kondisi dari situasi atau dengan kata lain suatu model sebagai sarana studi, pengujian, pelatihan, dan sebagainya (*Oxford American Dictionary*, 1980). Simulasi merupakan pemodelan suatu proses atau sistem sebagai suatu respon dari sistem aktual pada kejadian yang berjalan tiap waktu (*Schriber*, 1987). Secara umum, simulasi merupakan suatu peniruan atau imitasi atau permodelan terhadap sistem aktual dalam model komputer untuk tujuan evaluasi atau pengembangan dari sistem sebenarnya. Deming (1989) menyatakan bahwa manajemen suatu sistem merupakan tindakan (*action*) dari suatu prediksi. Prediksi rasional didasarkan

pada pemahaman dan pendekatan dari hasil aktual baik jangka pendek maupun jangka panjang dari berbagai tindakan manajemen yang telah dilakukan. Hal ini menjelaskan bagaimana simulasi dilakukan sebagai suatu prediksi masa mendatang dengan mengikuti pola sistem yang telah terjadi dari data aktual.

Ada beberapa tipe simulasi berdasarkan beberapa kategori seperti perbedaan perilaku berdasar waktu, perbedaan sifat input dan output, serta distribusi data sistem.

1. *Static vs Dynamic Simulation*

Simulasi statis merupakan simulasi dimana perilaku variabel tidak berubah sesuai waktu sedangkan simulasi dinamis menunjukkan perubahan variabel sistem terus menerus mengikuti waktu. Dalam hal sifat variabel yang statis, metode simulasi tidak cocok digunakan karena justru bersifat *time consuming* dimana metode optimasi lebih mudah dan menghasilkan *output* lebih optimal dibandingkan simulasi.

2. *Stochastic vs Deterministic Simulation*

Sifat variabel stokastik menunjukkan perilaku random mengikuti distribusi dari data historis sedangkan sifat deterministik menunjukkan perubahan yang dapat dengan pasti ditentukan besarnya. Simulasi lebih cocok digunakan untuk perilaku stokastik karena perilaku deterministik tanpa simulasi dapat dihitung pula dengan mudah secara manual.

3. *Discrete vs Continuous Simulation*

Simulasi diskrit menunjukkan pengubahan variabel yang dapat dihitung dengan nilai tertentu sedangkan simulasi kontinyu menggunakan pengubahan variabel dengan distribusi seperti waktu kedatangan dan tingkat *failure* suatu peralatan. Dalam penentuan jenis simulasi yang digunakan bergantung pada tujuan dari simulasi bukan sifat tiap variabelnya karena tiap variabel tentu memiliki variabilitas yang bersifat diskrit dan kontinyu.

Simulasi merupakan satu-satunya metode yang dapat digunakan untuk memodelkan sistem yang berubah sesuai waktu (dinamis) yang biasanya bersifat tidak tentu (stokastik/probabilistik) karena simulasi menggambarkan keseluruhan proses dari suatu sistem dengan menggabungkan beberapa sub-sistem didalamnya

sehingga mampu menggambarkan perilaku dinamis didalamnya. Sistem kompleks menjadi bentuk sistem yang digambarkan dalam model simulasi dimana kompleksitas sistem sendiri ditunjukkan dengan adanya interdependensi dan variabilitas antar variabelnya. Interdependensi merupakan keterkaitan antar variabel yang terdapat di dalam sistem sedangkan variabilitas merupakan sifat dari variabel itu sendiri yang tidak tentu (*uncertain*). Semakin luas interdependensi dan variabel random yang terkandung maka kesulitan pemodelannya akan semakin besar tetapi tidak dapat diabaikan karena jika satu variabel dihilangkan perilaku sistem tidak akan terlihat. Beda halnya dengan variabilitas dimana tiap variabel memiliki sifat yang berbeda-beda seperti kuantitas, interval antar aktivitas, atribut, waktu kerja, keputusan, dan sebagainya. Variabilitas dapat dikurangi selama tidak mempengaruhi tujuan sebenarnya agar pemodelan tidak terlalu rumit.

Berikut beberapa langkah yang perlu dilakukan dalam melakukan simulasi:

1. Analisa Permasalahan

Sebelum melakukan simulasi, perlu dipastikan lebih dulu permasalahan sudah jelas, proses apa saja yang terjadi, variabel apa saja yang mempengaruhi, serta interdependensi dan variabilitas yang ada harus diketahui secara menyeluruh.

2. Pengumpulan Data

Setelah permasalahan dipahami, data yang diperlukan dikumpulkan dan diurutkan berdasarkan kronologi dari data yang diambil.

3. Pengolahan Data (simplifikasi)

Setelah seluruh data yang diperlukan dikumpulkan, lakukan pengolahan data khususnya untuk data yang bersifat kuantitatif dengan meletakkan data pada *input analyzer* untuk memperoleh distribusi data sebagai *input* pada model simulasi.

4. Pembuatan Model Simulasi

Pembuatan model simulasi dilakukan dengan menggunakan program atau aplikasi komputer, seperti *promodel* dan program permodelan yang lain

dengan *input* berupa proses dan hasil data yang diperoleh pada modul-modul yang tersedia pada program komputer yang digunakan.

5. Verifikasi dan Validasi

Setelah model simulasi terbentuk, verifikasi dilakukan lebih dulu dimana verifikasi merupakan pengecekan model simulasi dengan model konseptual. Dalam hal ini tujuan dari verifikasi ialah melihat apakah proses yang terbentuk pada model benar dan sesuai dengan tujuan. Setelah model terverifikasi, selanjutnya melakukan validasi untuk mengecek jika model sudah menggambarkan sistem aktual. Dalam hal ini, validasi biasanya menggunakan perhitungan matematik seperti uji ANOVA dan sebagainya.

6. *Experimental Design and Output Analysis*

Setelah model terverifikasi dan tervalidasi, lakukan uji skenario dengan mengubah sifat-sifat variabel yang sesuai dengan tujuan simulasi. Kemudian analisa *output* hasil simulasi dari tiap skenario perubahan yang dilakukan.

7. Kesimpulan

Setelah seluruh skenario dievaluasi dan dianalisa, ambil kesimpulan berdasarkan hasil simulasi (produktivitas, utilitas, dan sebagainya) dan biaya dari skenario (jika ada). Gunakan skenario yang terpilih sebagai keputusan atau bahan rekomendasi terhadap manajemen yang bersangkutan.

2.5 Hasil Penelitian Terdahulu

Pada subbab ini akan dipaparkan mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya berdasarkan tahun terbitnya berhubungan dengan topik dan metode yang digunakan pada penelitian yang dilakukan.

Tabel 2.1 Detil referensi penelitian sebelumnya

No.	Pengarang	Judul	Tahun Terbit	Tujuan	Keputusan
1	Peter L. Barnabas & Nirmalawati	Produktivitas Tenaga Kerja dan Peralatan terhadap Sistem Bongkar Muat di Pelabuhan Pantoloan	2005	Meningkatkan produktivitas pekerja dan utilitas peralatan	Penambahan sumber daya berupa <i>crane</i> , truk, dan prosedur kerja pekerja
2	Zulfiyah Musfiroh	Model Optimasi Pengiriman Petikemas dengan Sistem <i>Hub-And-Spoke</i> untuk Menentukan waktu Tercapainya Kapasitas Maksimum Pelabuhan New Sorong	2013	Minimasi biaya logistik pengiriman antar pelabuhan <i>hub</i> (penghubung) dan <i>spoke</i> (awal dan destinasi)	Peningkatan kapasitas pelabuhan eksisting atau penambahan fasilitas baru (<i>hub port</i>)
3	Siti Nurminarsih	Pengembangan Model dan Algoritma <i>Dynamic-Inventory Ship Routing Problem</i> (D-ISRP) dengan Mempertimbangkan Tingkat Kesibukan Pelabuhan	2015	Minimasi biaya distribusi dan eliminasi biaya penalti serta meningkatkan utilitas kapal	Penentuan <i>routing</i> kapal yang tepat menggunakan model
4	Lailiya Rohmana	Analisis Kebutuhan Jumlah Blok <i>Twin-Automatic Stacking Cranes</i> dengan Mempertimbangkan <i>Turnaround Time</i> Kapal pada Pelabuhan Teluk Lamong melalui Pendekatan Simulasi	2016	Mengurangi <i>shortage</i> pada <i>container yard</i> dengan pertimbangan <i>turnaround time</i> kapal	Penambahan <i>crane</i> otomatis (<i>Twin-Automatic Stacking Cranes</i>) atau <i>crane</i> manual (<i>Quay Crane</i>) dan lahan <i>container yard</i> dengan pertimbangan biaya

Tabel 2.1 Detil referensi penelitian sebelumnya (lanjutan)

No.	Pengarang	Judul	Tahun Terbit	Tujuan	Keputusan
5	Argeomerta Lisva	Pengembangan Model Simulasi Diskrit untuk Menurunkan <i>Demurrage Cost</i> di Pelabuhan Khusus Minyak dan Gas	2017	Minimasi <i>demurrage cost</i> pelabuhan akibat antrian kapal berlebih	Mengubah kombinasi prioritas antrian kapal dengan ukuran kapal dari yang semula menerapkan sistem FIFO
6	Hannah Febriani	<i>Determination Number of Tanker in Avtur Distribution in PT Pertamina MOR V Using Discrete Event Simulation</i>	2017	Meningkatkan Service Level dan minimasi biaya distribusi	Penentuan jumlah kapal <i>tanker</i> yang diperlukan
7	Penelitian ini	Penentuan Jumlah <i>Crane</i> pada Proses Bongkar Muat Peti Kemas di Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak menggunakan Metode Simulasi Diskrit	-	Meningkatkan produktivitas kerja proses bongkar muat kapal dengan pertimbangan utilitas <i>crane</i>	Penentuan jumlah <i>crane</i> untuk bongkar muat kapal

Tabel 2.2 Perbandingan Referensi Penelitian Sebelumnya

Penelitian		1	2	3	4	5	6	7
Tujuan								
Minimasi			V	V	V	v	v	
Maksimasi		v					v	V
Metode								
Simulasi					V	v	v	V
Optimasi		v	V	V				
Ruang Lingkup								
Logistik			V	V			v	
Produktivitas		v				v		V
Utilitas		v		V	V			V
Karakteristik Kapal								
Volume Kapal	Homogen		V		V			
	Heterogen	V		v		v	v	v
Jenis Kapal	Sejenis		V		V	v		v
	Variatif	V		v			v	
Lingkup Sistem								
Multi-Product		V			V			
Dinamis				v	V	v	v	v
Permintaan Stokastik					V	v	v	v
Biaya sebagai Variabel			V	v		v	v	
Studi Kasus Pelabuhan		V	V	v	V	v		v
Multi-Port			V	v		v	v	

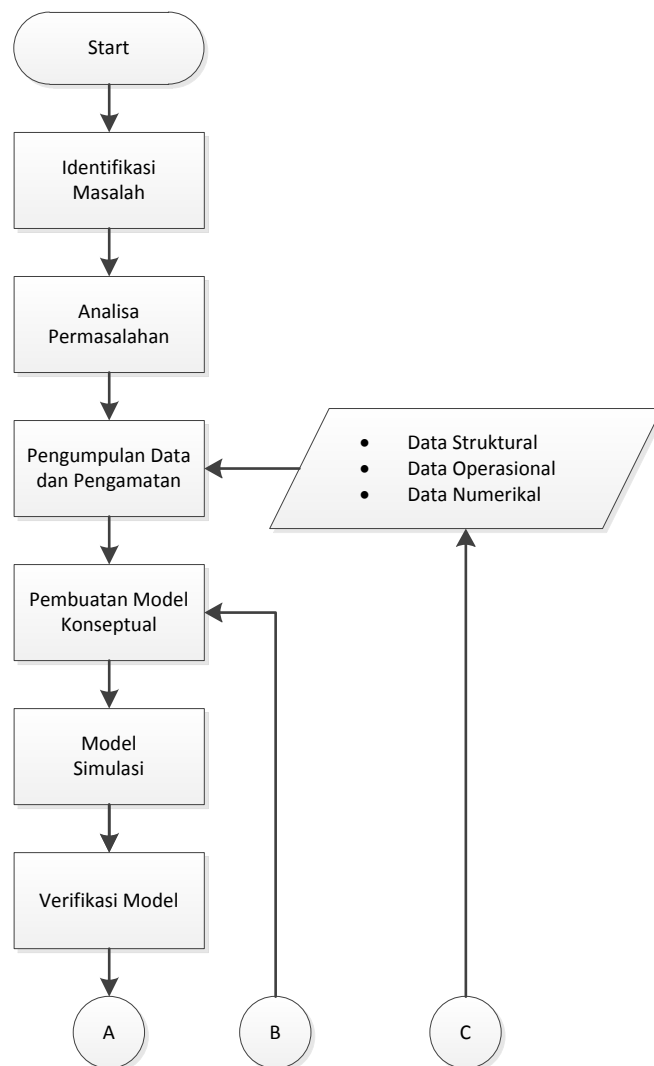
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

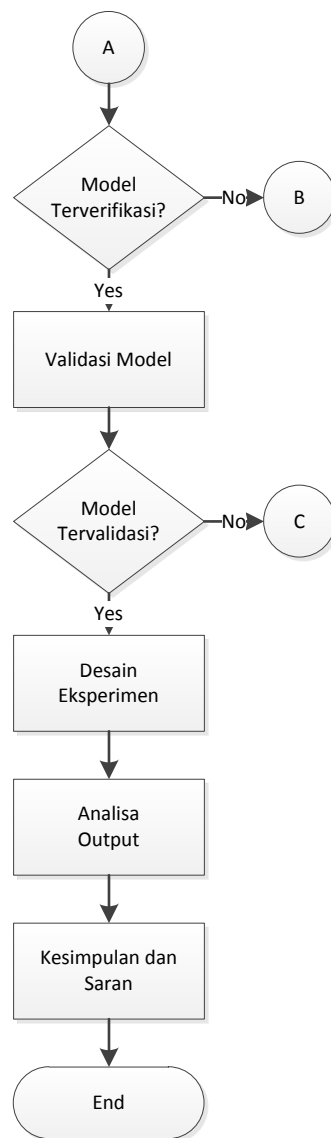
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi penelitian Tugas Akhir yang terdiri dari *flowchart* dan penjelasan *flowchart* penelitian.

3.1 Flowchart Penelitian

Berikut adalah langkah – langkah yang dilakukan dalam menjalankan penelitian Tugas Akhir.



Gambar 3.1 Flowchart Metodologi penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi penelitian (lanjutan)

3.2 Penjelasan Flowchart

Berikut adalah penjelasan mengenai *flowchart* metodologi penelitian yang berupa langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir

3.2.1 Identifikasi Permasalahan

Sebagai pelabuhan dengan permintaan cukup besar, proses manual yang dijalankan di Pelabuhan Tanjung Perak menjadi hal yang cukup rumit. Tidak seperti pelayanan peti kemas yang dijalankan di Terminal Petikemas Surabaya

dan Terminal Teluk Lamong yang sudah menggunakan otomasi, perencanaan pada Pelabuhan Tanjung Perak melibatkan pekerja yang mengatur jalannya alat *Material Handling* dari awal hingga akhir proses berlangsung. Banyak pula variabel-variabel yang tidak diduga dan diharapkan muncul sehingga tidak dapat terlihat pada perencanaan aktual.

Permasalahan yang dialami PT Pelindo III di Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak seringkali akibat cuaca yang tidak tentu, kerusakan crane tiba-tiba, dan peningkatan demand yang menyebabkan perlunya peminjaman alat berupa shore crane dengan kapasitas dan reliabilitas lebih kecil dari crane pribadi berupa HMC (*Harbour Mobile Crane*) yang tentu akan menambah biaya. Belum juga jika cuaca yang tidak mendukung diikuti kedatangan kapal yang besar saat itu menyebabkan pekerjaan terhambat. Dalam hal ini, produktivitas seringkali dikaitkan dalam performa kerja pelabuhan. Dalam hal meningkatkan produktivitas terdapat beberapa hal kritis yang perlu dipertimbangkan, yaitu (1) Mekanisme perawatan HMC kurang sesuai sehingga ketika pekerjaan berlangsung crane mengalami downtime, (2) Jumlah crane yang terbatas menyebabkan pekerjaan terhambat akibat set-up dan downtime berlebih, (3) Penambahan tempat labuh (berth) tidak dapat dilakukan karena keterbatasan lahan dari Terminal Jamrud.

Berdasarkan permasalahan yang dialami oleh Pelabuhan Tanjung Perak khususnya di Terminal Jamrud Selatan, 6 elemen dari permasalahan menurut *Daellenbach & McNickle* (2005) dapat diformulasikan. 6 elemen permasalahan dari proses bongkar muat Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak ialah sebagai berikut.

1. Pembuat Kebijakan

Pembuat kebijakan dari Terminal Jamrud Selatan ini ialah PT Pelindo III yang mengatur mekanisme kerja secara keseluruhan di seluruh pelabuhan di bawah pimpinan perusahaan.

2. Tujuan Pembuat Kebijakan

Sama dengan pelabuhan lain, tujuan PT Pelindo III ialah meningkatkan produktivitas proses bongkar muat petikemas dari Terminal Jamrud Selatan

Pelabuhan Tanjung Perak dengan memperhatikan utilitas alat dan eliminasi antrian jika mungkin.

3. Kriteria Keputusan

Dalam tujuannya untuk meningkatkan produktivitas dengan memperhatikan utilitas sumber daya, serta pengurangan *berth working time* atau waktu kerja pelabuhan menjadi fokus utama.

4. *Performance Measure*

Sebagai bahan pertimbangan, PT Pelindo III berfokus pada peningkatan produktivitas pelabuhan dengan tetap mempertimbangkan utilitas alat dan biaya yang terjadi. Peningkatan produktivitas sekurang-kurangnya 10% dari kondisi aktual tanpa adanya biaya yang merugikan menjadi poin kritis bagi PT Pelindo III dalam mengembangkan pelabuhannya. Produktivitas proses bongkar muat dihitung dengan rumus:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Hasil bongkar muat}}{\text{Jam kerja}}$$

$$\text{Dengan hasil peningkatan} = \frac{\text{Produktivitas baru} - \text{Produktivitas aktual}}{\text{Produktivitas aktual}} \times 100\%$$

$$\text{Utilitas} = \frac{\text{Operational Time}}{\text{Simulation Time}} \times 100\%$$

Dimana *Operational Time* merupakan waktu dimana mesin bekerja tanpa *breakdown*. Karena produktivitas sebagai tujuan utama penelitian, maka utilitas digunakan sebagai pembatas sistem dimana dengan pengubahan variabel sistem berupa *crane*, produktivitas dapat mengalami peningkatan dengan besar utilisasi yang tetap/sama. Hal ini akan diteliti lebih lanjut dengan menggunakan analisa sensitivitas.

Selain produktivitas dan utilitas, PT Pelindo III juga mengusahakan kurangnya antrian kapal pada pelabuhan karena antrian menyebabkan kapal berhenti di tengah laut yang tentunya akan mengganggu jalur laut. Selain itu, *service level* juga dianggap kurang.

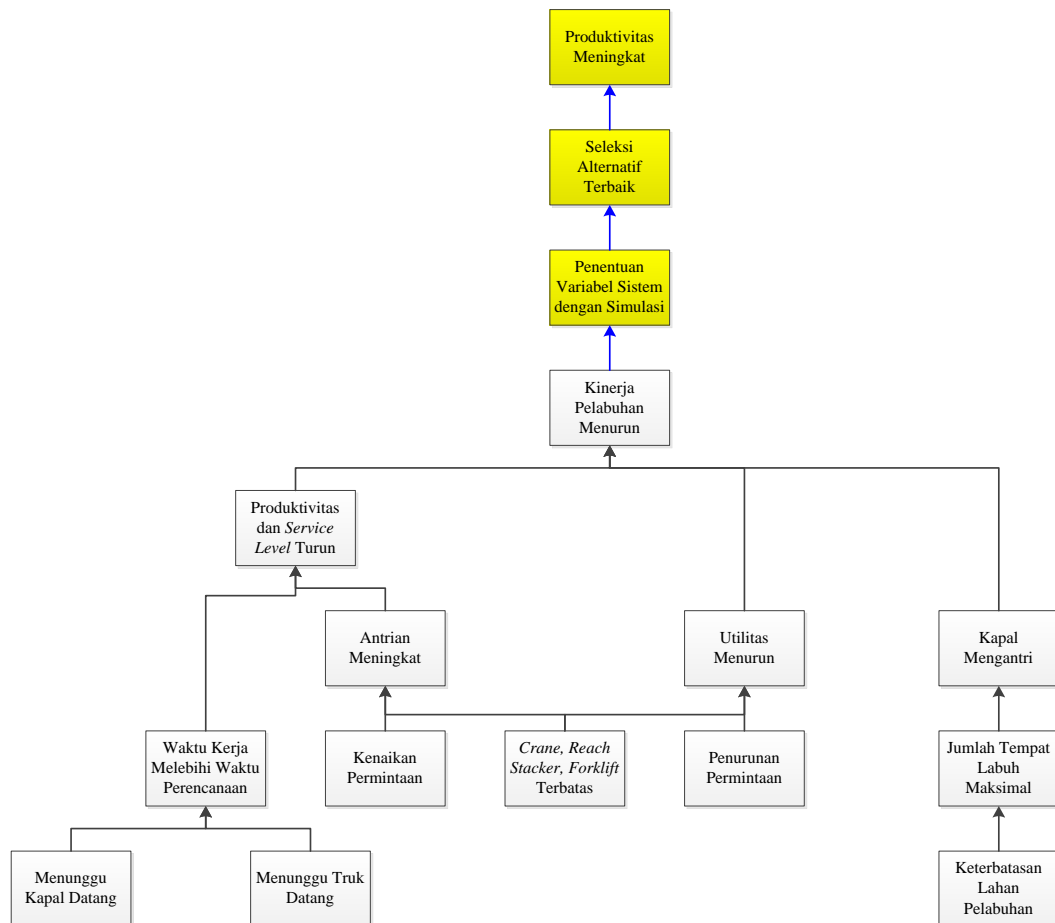
5. Input Kontrol dan Alternatif Tindakan yang Dilakukan

Beberapa alternatif tindakan yang dapat dilakukan ialah menambah alat-alat *material handling* yang bekerja, diantaranya penambahan jumlah HMC (*Harbour Mobile Crane*), *Reach Stacker*, dan *Forklift*.

6. Konteks Permasalahan

Konteks yang menyebabkan munculnya permasalahan ialah *demand* yang tidak tentu dari Terminal Jamrud dengan proses yang masih manual.

Dari elemen-elemen permasalahan yang disebutkan, dapat diperoleh hubungan atau interdependensi yang terdapat dalam sistem yang diamati.



Gambar 3.2 Diagram hubungan sebab-akibat sistem pelabuhan yang diamati

Kedatangan kapal dan truk yang tidak tentu menyebabkan keduanya menjadi entitas yang dibatasi oleh waktu kedatangan. Meski truk dimiliki oleh pelabuhan tetapi truk tetap berputar dari satu pelabuhan ke pelabuhan lain mengikuti sistem yang diatur oleh PT Pelindo III serta ke *customer* untuk pengiriman barang dengan *trucking loss*. Selain itu keterbatasan lahan menjadi salah satu batasan pada sistem di pelabuhan sehingga penambahan tempat labuh menjadi hal yang tidak mungkin. Dengan tujuan sistem untuk meningkatkan produktivitas pelabuhan, diperlukan pengubahan variabel-variabel yang memungkinkan untuk

ditambah yang tidak lain berupa sumber daya terlihat yang dimiliki oleh pelabuhan seperti *crane*, *reach stacker*, dan *forklift*.

3.2.2 Analisa Permasalahan

Setelah permasalahan teridentifikasi selanjutnya permasalahan dianalisa berdasarkan elemen-elemen yang terkandung didalamnya sebagai suatu sistem. Berdasarkan *Ghosh, Harrell & Bowden* (2004) diidentifikasi elemen sistem, variabel sistem, serta pengukuran performansi sistem (*Key Performance Indicators*) sebagai berikut.

1. *System Elements*

Elemen sistem mendefinisikan apa, dimana, kapan, dan bagaimana entitas diproses dengan elemen-elemennya berupa entitas, aktivitas, sumber daya, dan kontrol. Berikut beberapa elemen sistem dari permasalahan yang diamati.

1. Entitas

Entitas ialah barang atau manusia yang datang dan keluar setelah mengalami pemrosesan dalam sistem. Pada permasalahan proses bongkar muat di Terminal Jamrud Selatan, entitas yang datang dan keluar ialah kapal dan truk pengangkut peti kemas.

2. Aktivitas

Aktivitas menunjukkan apa proses yang terjadi pada entitas saat berada di dalam sistem. Dari permasalahan, maka aktivitas yang terjadi ialah bongkar muat peti kemas dari kapal menuju pelabuhan atau dari pelabuhan menuju ke kapal dengan perpindahan peti kemas dari *container yard* keluar pelabuhan baik melalui kapal maupun truk untuk dikirim ke *customer (trucking loss)*.

3. Sumber Daya (*resources*)

Elemen ini menunjukkan bagaimana entitas diproses di dalam sistem dimana pada objek amatan yang merupakan perusahaan jasa memberi layanan penuh dengan sumber daya berupa alat-alat *material handling*. Sumber daya yang digunakan ialah *reach stacker* sebagai pengangkut utama peti kemas dari *container yard*

ke truk, *Harbour Mobile Crane* sebagai pengangkut peti kemas dari kapal ke pelabuhan atau sebaliknya, *forklift* untuk mengirimkan peti kemas dari *container yard* ke tempat berlabuh (*berth*) atau sebaliknya, truk pengangkut, serta manusia yang menjalankan alat-alat tersebut.

4. Kontrol

Elemen ini menjelaskan kapan dan dimana proses berlangsung. Karena sistem merupakan proses manual maka elemen kontrol yang digunakan ialah prosedur kerja yang menentukan pembagian *shift* kerja pekerja, prosedur keselamatan pekerja, daerah aman kerja, dan sebagainya.

2. *System Variables*

Variabel sistem menunjukkan hubungan antar elemen dalam sistem. Beberapa variabel sistem yang diidentifikasi terdiri dari variabel keputusan, variabel respon, dan variabel status.

1. Variabel Keputusan

Variabel ini berfungsi sebagai input dalam sistem yang dapat berupa entitas ataupun sumber daya. Variabel keputusan utama pada sistem yang diubah-ubah untuk mencapai tujuan ialah jumlah *crane* yang digunakan.

2. Variabel Respon

Variabel respon berfungsi sebagai *output* dari variabel keputusan yang diubah-ubah pada kondisi sistem yang sama. Dalam hal ini variabel respon ialah produktivitas proses dan jumlah antrian yang terjadi.

3. Variabel Status

Variabel status menunjukkan kondisi sistem pada waktu tertentu yang sifatnya dependen. Dalam hal ini variabel status berupa status *crane* pada waktu tertentu.

3. *Key Performance Indicators (KPI)*

Performansi sistem merupakan sesuatu yang ingin dicapai oleh perusahaan atau tujuan yang diinginkan oleh perusahaan. Pada permasalahan yang

diamati, tujuan utama dari sistem ialah produktivitas yang dihasilkan serta jumlah antrian yang terjadi sebagai metrik performansi sistem.

3.2.3 Pengumpulan Data dan Pengamatan

Pada tahap ini, tiap data yang diperlukan untuk analisa permasalahan dikumpulkan dan diamati. Beberapa data yang diperlukan meliputi data struktural, data operasional, dan data numerikal.

Tabel 3.1 Jenis data bongkar muat petikemas di Terminal Jamrud Selatan

Data Struktural			
Kapal	Truk	Berth	Container Yard
Tujuan Kapal	-	Lokasi <i>Crane</i> awal	Lokasi CY
<i>Ship Crane Availability</i>		Lokasi <i>Crane</i> bekerja	Lokasi <i>Reach Stacker</i>
		Lokasi Tempat Labuh	Lokasi <i>Forklift</i>
Data Operasional			
Kapal	Truk	Berth	Container Yard
Perencanaan Operasi	Rencana Operasi Truk	Alokasi <i>Crane</i> pada Kapal	Peti Kemas Masuk/Keluar
Alokasi kapal di <i>berth</i>			
Data Numerikal			
Kapal	Truk	Berth	Container Yard
Volume Kapal	Kapasitas Truk	<i>Crane Loading/Unloading Time</i>	<i>Reach Stacker and Forklift Working Time</i>
<i>Ship Arrival Time</i>		<i>Berth Capacity</i>	Luas Area CY
Dimensi Muatan	<i>Truck Arrival Time</i>	<i>Crane Idle Time</i>	Luas Peti Kemas
<i>Ship Departure Time</i>			<i>Container In/Out Time</i>

Masing-masing jenis data dibagi lagi berdasarkan entitas dan sub-sistem yang terkandung di dalam sistem. Entitas berupa kapal dan truk serta sub-sistem dari tempat labuh (*berth*) dan tempat penampungan peti kemas (*container yard* atau CY). Dari kapal, data yang diperlukan berupa perencanaan operasi kapal yang menjelaskan urutan kapal akan dikerjakan berdasarkan pemesanan terlebih dahulu dan tujuan kapal untuk bongkar atau muat muatan serta alokasinya yang mengikuti sistem FIFO (*First In First Out*) dimana kapal yang datang lebih dulu diletakkan di tempat labuh pertama dan seterusnya. Data numerikal yang diperlukan terdiri dari volume kapal (kapasitas), waktu kedatangan dan keberangkatan kapal, serta dimensi tiap muatan dalam kapal yang nantinya akan didekati dengan distribusi statistik. Tidak ada data struktural pada kapal karena kapal yang datang bersifat homogen yang khusus untuk pengangkutan peti kemas.

Data truk yang diperlukan diantaranya rencana operasi truk dimana truk dialokasikan ke satu kapal saja sehingga tidak mengganggu operasi di kapal lain melihat tiap tempat labuh memiliki jalurnya sendiri menuju *container yard*. Untuk data numerikal truk, terdapat kapasitas truk yang dapat menampung 1 dan 2 peti kemas dengan ukuran yang sama serta waktu kedatangan truk. Sama seperti kapal, truk bersifat homogen sehingga tidak ada data struktural yang diperlukan dari truk.

Selanjutnya data sub-sistem tempat labuh terdiri dari data struktural yang meliputi lokasi *crane* saat belum dan sedang bekerja, serta lokasi tempat labuh. Data operasional meliputi data alokasi *crane* yang mampu bekerja hingga 2 *crane* per kapal. Data numerikal terdiri dari waktu operasi tiap *crane* pada kapal tertentu serta waktu kerusakan dan perbaikan *crane* ketika mengalami kerusakan.

Pada sub-sistem di *container yard*, data struktural yang diperlukan ialah lokasi *container yard* dari tempat labuh serta lokasi *reach stacker* dan *forklift* yang bekerja. Data operasional meliputi data yang menunjukkan apakah muatan masuk di *container yard* yang dibatasi hanya dari hasil bongkar kapal atau keluar untuk dimuat ke dalam kapal atau untuk *trucking loss* menuju ke *customer*. Data numerikal meliputi waktu kerja *reach stacker* dan *forklift* untuk mengangkat peti kemas, luas area *container yard* dan peti kemas di dalamnya, serta waktu peti kemas masuk dan keluar dari *container yard*.

3.2.4 Pembuatan Model Konseptual

Model konseptual sebagai simplifikasi dari sistem aktual dengan penjelasan berupa tujuan, masukan, keluaran, asumsi, serta hal-hal lain yang terkandung dalam sistem. Model konseptual menunjukkan pemahaman terhadap sistem dimana seluruh kegiatan yang terjadi dalam sistem tercatat dalam model tanpa menggunakan data numerikal terlebih dahulu. Model konseptual dapat berbentuk *Process Flow Diagram*, *Logic Flow Diagram*, *Activity Cycle Diagram* (ACD), dan *Influence Diagram*.

3.2.5 Model Simulasi

Simulasi merupakan suatu peniruan atau imitasi atau permodelan terhadap sistem aktual dalam model komputer untuk tujuan evaluasi atau pengembangan dari sistem sebenarnya. Dalam model simulasi seluruh data baik struktural, operasional, maupun numerikal digunakan dalam model ini. Pada penelitian, digunakan Metode Simulasi Diskrit yang menunjukkan perubahan secara diskrit tiap waktu. Dari model dapat ditemukan pandangan untuk evaluasi di masa mendatang melalui beberapa replikasi yang dilakukan pada model simulasi.

3.2.6 Verifikasi dan Validasi

Model simulasi yang telah dibuat kemudian diverifikasi dan divalidasi secara bertahap. Verifikasi merupakan proses untuk menentukan jika model simulasi telah menggambarkan model konseptual. Proses verifikasi biasanya dilakukan dengan memeriksa apakah model mengalami *error* ketika dijalankan. Setelah model terverifikasi, validasi model dilakukan yang bertujuan untuk melihat jika model simulasi telah cukup merepresentasikan sistem aktual. Proses validasi ini dilakukan dengan menyesuaikan jika terjadi perubahan apa yang akan terjadi dan dianalisa menggunakan statistik yang seringkali dengan analisa sensitivitas pada model.

3.2.7 Desain Eksperimen dan Analisa Output

Setelah model terverifikasi dan tervalidasi, skenario yang telah diidentifikasi dari analisa permasalahan dilakukan dengan mengganti variabel keputusan sesuai dengan ekspektasi awal. Hasil *running* model simulasi dengan skenario-skenario tersebut kemudian dianalisa hasilnya (*output*) yang kemudian dievaluasi berdasarkan indeks kepentingan *crane* dan ditentukan solusi terbaik. Pertimbangan biaya dilakukan dengan proses tersendiri dari model simulasi dengan asumsi-asumsi yang diperlukan.

3.2.8 Kesimpulan dan Saran

Dari hasil evaluasi model dengan skenario-skenario yang digunakan, ditarik kesimpulan berupa hasil skenario terbaik beserta hasil *output* yang diperoleh. Saran untuk perusahaan kemudian diberikan berdasarkan hasil analisa *output* dan kesimpulan untuk diperoleh keputusan terbaik untuk mengembangkan sistem yang terjadi di perusahaan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan tentang pengumpulan dan pengolahan data yang terdiri dari deskripsi kondisi eksisting, pengumpulan data dan pengolahan data.

4.1 Deskripsi Kondisi Eksisting

Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak saat ini dioptimalkan untuk jalur tol laut khusus peti kemas dengan fokus pengiriman utama ke daerah timur untuk pengiriman bahan-bahan makanan dan kebutuhan sehari-hari. Pada tahun 2017, pengiriman yang dilakukan di Terminal Jamrud Selatan Tanjung Perak mencapai angka 333 kapal ke daerah timur.

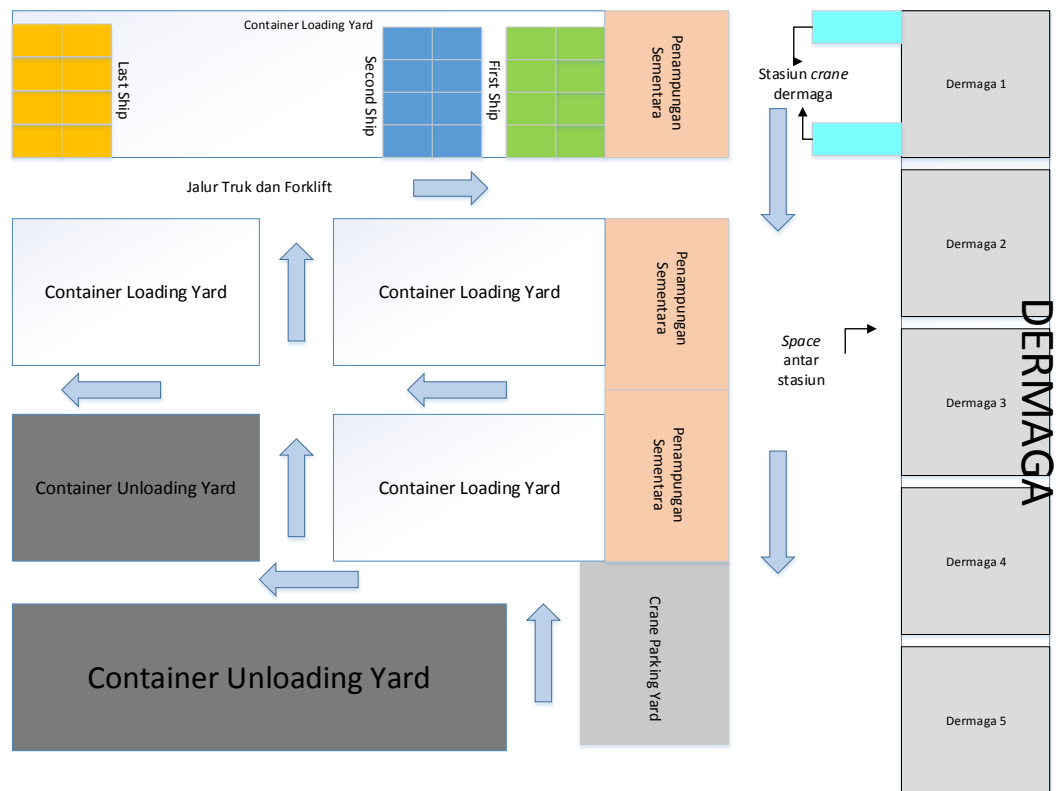
Tabel 4.1 Frekuensi pengiriman ke tiap kota di daerah timur

No.	Kota Tujuan	Jumlah Kapal	No.	Kota Tujuan	Jumlah Kapal
1	KUPANG	110	14	FAK-FAK	5
2	DOBO	3	15	LEROKIS	47
3	LARANTUKA	10	16	SAUMLAKI	8
4	WAINGAPU	35	17	MANOKWARI	8
5	AMBON	1	18	BONTANG	1
6	MAKASSAR	11	19	TOBELO	2
7	PARE-PARE	1	20	MANGGARAI	1
8	KALABAHI	49	21	KISAR	3
9	WANCI	10	22	TIDORE	3
10	KOLAKA	1	23	BANJARMASIN	1
11	LEMBAR	1	24	LEWOLEBA	1
12	ATAPUPU,ATAMBUA	12	25	NAMLEA	1
13	BAU-BAU	8	Total		333

Pulau Jawa memiliki sumber daya yang jauh lebih besar dibandingkan dengan negara-negara di daerah timur, hal ini menyebabkan sumber-sumber makanan di daerah timur banyak diperoleh dari Pulau Jawa. Karena banyaknya frekuensi pengiriman untuk daerah-daerah di timur pulau Jawa seperti di daerah Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku, dan Papua, Surabaya menjadi salah satu titik

pengiriman ke daerah-daerah ini karena letak geografisnya yang berada di bagian paling timur Pulau Jawa. Meski demikian, kapal yang datang merupakan kapal kepemilikan daerah-daerah tujuan sendiri. Untuk kapal dari Surabaya juga hanya memiliki satu tujuan karena frekuensi pengiriman yang sudah cukup besar untuk tiap kota/kabupaten sendiri sehingga tidak ada pengiriman berlanjut yang dilakukan. Sebagai pelabuhan yang berfungsi untuk mengatasi proses bongkar muat peti kemas dari dan ke dalam kapal, PT Pelindo III hanya berfokus pada bagaimana mengatur tata letak barang di dalam kapal sesuai dengan volume dan besar peti kemas yang masuk ke dalam kapal dimana yang berat dan besar akan dimasukkan terlebih dahulu. Tidak ada pengaturan tata letak menurut tujuan kapal karena tiap kapal yang datang hanya memiliki satu tujuan.

Dalam hal pengaturan tata letak di kapal berdasarkan besar muatan yang akan dimuat di dalam kapal, manajemen di Terminal Jamrud Selatan sudah melakukan pengaturan tata letak di *Container Yard* dengan pembagian antara peti kemas untuk muat kapal dan peti kemas hasil bongkar. Untuk peti kemas hasil bongkar tidak ada pengaturan tata letak tertentu karena jadwal pengambilan peti kemas yang tidak tentu dari *customer* sedangkan untuk bagian peti kemas muat di *container yard* diatur sedemikian rupa menurut jadwal kedatangan kapal yang telah direncanakan satu bulan sebelum jadwal kapal bersandar sehingga prosedur kapal untuk bersandar harus melakukan registrasi terlebih dahulu 1 bulan sebelum kapal datang.



Gambar 4.1 Tata letak Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak

Sama halnya dengan pelabuhan lain, sistem penataan peti kemas di Terminal Jamrud Selatan juga mengikuti adanya *bay*, *row*, dan *tier*. *Bay* merupakan istilah untuk peletakkan ke samping, *row* sebagai peletakkan belakang dan depan, dan *tier* untuk penumpukkan peti kemas ke atas dengan maksimal 4 peti kemas bergantung pada berat muatan peti kemas. Pembagian tata letak berdasarkan urutan kapal yang datang diatur berdasarkan barisnya (*row*) dengan diberi jarak tertentu sehingga memudahkan dalam membedakan sesuai dengan ilustrasi yang diberikan pada Gambar 4.1. Untuk pengaturan tata letak di dalam kapal dari *container yard*, tata letak diatur berdasarkan dimensi dan berat muatan dimana peti kemas dengan berat dan dimensi yang lebih besar diletakkan lebih depan agar dapat diambil terlebih dahulu hingga peti kemas dengan muatan terendah.

4.2 Pengumpulan Data

Pada subbab ini akan diberikan penjelasan lebih rinci mengenai data-data yang diperlukan dalam penelitian yang terdiri dari data struktural, data operasional, dan data numerikal.

4.2.1 Data Struktural

Data struktural pada penelitian terdiri dari tujuan kapal, keberadaan *crane* kapal, jenis peti kemas, serta lokasi *crane* awal dan lokasi *container yard*. Pada subbab sebelumnya tujuan kapal di daerah-daerah timur serta tata letak di dalam pelabuhan telah dijelaskan. Untuk kapal yang datang dari 25 kabupaten/kota/kecamatan yang telah ditunjukkan di Tabel 4.1 pada subbab sebelumnya memiliki karakteristik yang berbeda-beda dimana ada kapal yang memiliki *crane* dan tidak memiliki *crane* pada kapal masing-masing. Pada kapal yang sering berlabuh di Pelabuhan Tanjung Perak, *ship crane* yang dimiliki ada 2 jenis yaitu *ship crane* biasa (RS Pelindo & 1120) dan *ship crane* combo. *Ship crane* biasa memiliki kemampuan rata-rata 3 TEU's per jam sedangkan *ship crane* *combo* memiliki kemampuan sedikit lebih besar karena memiliki 2 *crane* yang berdekatan dengan kemampuan rata-rata 5 TEU's per jam.

4.2.2 Data Operasional

Data operasional menjelaskan bagaimana suatu sistem bekerja/beroperasi. Dalam kasus pelabuhan data operasional yang diperlukan ialah rencana operasi kapal, alokasi kapal di stasiun dermaga, alokasi truk, alokasi *crane*, serta pergerakan peti kemas di *container yard*.

Rencana operasi kapal ditentukan berdasarkan permintaan pemilik kapal yang telah melakukan registrasi yaitu bongkar atau muat peti kemas. Baik bongkar ataupun muat, alokasi kapal di stasiun dermaga selalu mengikuti prinsip FIFO (*First In First Out*). Karena perencanaan telah dilakukan 1 bulan sebelum operasi berjalan, persiapan telah dilakukan lebih dulu sehingga kapal pertama yang datang akan langsung dilayani sesuai urutan. Hal lain yang terjadi jika faktor cuaca menyebabkan keterlambatan kapal maka alokasi akan diubah sesuai kedatangan. Hal ini yang seringkali menyebabkan *timesheet* pada rencana kerja

dan realisasi menjadi berbeda cukup jauh. Alokasi truk juga mengikuti system FIFO dimana kapal yang datang pertama akan dilayani oleh truk yang kedatangannya juga bersifat tak tentu. Pergerakan peti kemas di *container yard* diatur sesuai dengan jalur yang diterapkan pada pelabuhan yang telah dipaparkan pada Gambar 4.1 di subbab sebelumnya. Bentuk operasi sistem ini terus berlanjut selama 24 jam operasi pelabuhan dimana rute dan jadwal yang direncanakan selalu 1 bulan sebelum operasi berlangsung.

4.2.3 Data Numerikal

Data numerikal menjelaskan keseluruhan data yang bersifat kuantitatif di dalam suatu sistem. Pada kasus bongkar muat peti kemas di Pelabuhan Tanjung Perak, data-data numerikal yang diperlukan ialah data-data yang bersifat sebagai pembatas proses-proses yang terjadi di dalam sistem yang meliputi kapasitas dari dermaga sebanyak 5 kapal (5 stasiun di dermaga), kapasitas *container yard*, serta kapasitas truk dan sumber daya lain yang dimiliki. Seperti telah disebutkan sebelumnya, kapasitas truk yang dimiliki ialah 5 buah dengan 2 truk berkapasitas 2 TEU's untuk dimensi standar (20'-0") dan 3 truk berkapasitas 1 TEU untuk dimensi standar. Khusus peti kemas berdimensi besar hanya dapat ditangani oleh truk besar yang berkapasitas 2 buah TEU's dimensi standar karena panjangnya dua kali dari dimensi standar (40'-0" dan 45'-0") dengan lebar yang hampir sama. Demikian pula dengan sumber daya lain dimana *reach stacker* berkapasitas 2 buah, *forklift* sebanyak 5 buah dan HMC sebanyak 6 buah. Kapasitas *container yard* menjadi pembatas yang paling penting karena tempat penampungan akan menentukan efektivitas proses bongkar muat pula. *Container yard* dengan luas area maksimum sekitar 1,5 hektar perlu mempertimbangkan pengaturan peletakan peti kemas berdasarkan dimensinya yang bermacam-macam dimana penumpukkan juga perlu diperhatikan. Pada Pelabuhan Tanjung Perak, penggunaan *container yard* untuk muat peti kemas diprioritaskan lebih utama dibandingkan dengan lahan penampungan untuk bongkar peti kemas. Hal ini karena kebutuhan muat memerlukan ruang saat menunggu kapal datang sedangkan untuk hasil bongkar, peti kemas yang tidak memperoleh tempat penampungan di pelabuhan dapat langsung dikirim ke *customer* melalui *trucking*

loss. Oleh karena itu, tempat penampungan peti kemas untuk dimuat di kapal lebih besar yaitu seluas 1 hektar sedangkan untuk hasil bongkar muatan kapal sebesar 0,5 hektar (setengah kalinya). Ada pula tempat penampungan sementara dengan luas area total 450 m² (90 m² per dermaga) di tiap dermaga yang aturan penumpukannya berbeda karena tidak adanya *reach stacker* pada lokasi sehingga penumpukkan menjadi lebih rendah. Tabel 4.3 menunjukkan peti kemas khusus *dry bulk* yang diijinkan pada Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak beserta penggunaan ruang di *container yard* untuk tiap jenis peti kemas pada Tabel 4.4.

Tabel 4.2 Dimensi peti kemas *dry bulk*

Type	Exterior			Interior		
	Length	Width	Height	Length	Width	Height
20' Steel Dry Cargo Container	20'-0"	8'-0"	8'-6"	19'-4 13/16"	7'-8 19/32"	7'-9 57/64"
	6.058m	2.438m	2.591m	5.898m	2.352m	2.385m
40' Steel Dry Cargo Container	40'-0"	8'-0"	8'-6"	39'-5 45/64"	7'-8 19/32"	7'-9 57/64"
	12.192 m	2.438m	2.591m	12.032 m	2.352m	2.385m
40' Hi-Cube Steel Dry Cargo Container	40'-0"	8'-0"	9'-6"	39'-5 45/64"	7'-8 19/32"	8'-9 15/16"
	12.192 m	2.438m	2.896 m	12.032 m	2.352m	2.69 m
45' Hi-Cube Steel Dry Cargo Container	45'-0"	8'-0"	9'-6"	44'-5 7/10"	7'-8 19/32"	8'-10 17/64"
	13.716 m	2.438m	2.896 m	13.556 m	2.352m	2.698 m

Tabel 4.2 Dimensi Peti Kemas *Dry Bulk* (lanjutan)

Type	Weight			Door Opening		Area (m)
	Gross Weight	Tare Weight	Net Weight	Width	Height	
20' Steel Dry Cargo Container	52910 lb	5140 lb	47770 lb	7'-8 1/8"	7'-5 3/4"	14.7694
	67200 lb	5290 lb	61910 lb			
	24000 kg	2330 kg	21670 kg	2.343 m	2.280 m	
	30480 kg	2400 kg	28080 kg			
40' Steel Dry Cargo Container	67200 lb	8820 lb	58380 lb	7'-8 1/8"	7'-5 3/4"	29.7241
	30480 kg	4000 kg	26480 kg	2.343 m	2.280 m	

Tabel 4.2 Dimensi Peti Kemas *Dry Bulk* (lanjutan)

Type	Weight			Door Opening		Area (m)
	Gross Weight	Tare Weight	Net Weight	Width	Height	
40' Hi-Cube Steel Dry Cargo Container	67200 lb	9260 lb	57940 lb	7'-8 1/8"	8'-5 49/64"	29.7241
	30480 kg	4200 kg	26280 kg	2.343 m	2.585 m	
45' Hi-Cube Steel Dry Cargo Container	67200 lb	10858 lb	56342 lb	7'-8 1/8"	8'-5 49/64"	33.43961
	71650 lb	10360 lb	61290 lb			
	30480 kg	4870 kg	25610 kg	2.343 m	2.585 m	
	32500 kg	4700 kg	27800 kg			

Tabel 4.3 Kapasitas *container yard* dan penampungan sementara berdasarkan jenis peti kemas

No.	Type	Loading Base			Unloading Base			Penampungan Sementara			Tier Restriction
		Capacity 10000 m2	Tier	Total	Capacity 5000 m2	Tier	Total	Capacity 450 m2	Tier	Total	
1	20' Steel Dry Cargo Container	677	4	2708	338	4	1352	30	3	90	No container type 1,2,3
2	40' Steel Dry Cargo Container	336	4	1344	168	4	672	15	3	45	No container type 4
3	40' Hi-Cube Steel Dry Cargo Container	336	3	1008	168	3	504	15	2	30	No container type 4
4	45' Hi-Cube Steel Dry Cargo Container	299	3	897	149	3	447	13	2	26	-

Selain data detail peti kemas, ada pula data-data harga dan biaya dari operasi di Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak yang akan digunakan sebagai analisa keputusan. Data yang diperoleh meliputi harga layanan, biaya operasional, dan harga beli dan sewa sumber daya yang digunakan seperti *crane (shore crane)*, *forklift*, *reach stacker*, dan truk. Truk yang juga merupakan sumber daya pelabuhan seringkali datang dan pergi akibat *trucking loss* oleh pelabuhan yang dipicu oleh penuhnya *container yard*. Permintaan *trucking loss*

oleh *customer* ditanggung oleh truk milik *customer* sendiri sehingga pelabuhan tidak menanggung hal tersebut. Hal ini menyebabkan tarif yang lebih murah dengan *trucking loss*. Tarif dengan *ship crane* juga akan lebih murah yang dihitung tiap peti kemas yang dibongkar/muat karena biaya *handling* yang lebih murah. Tarif yang dibebankan pada *customer* berupa THC (*Terminal Handling Charges*) yang merupakan jumlah dari CHC (*Container Handling Charges*) sebagai biaya jasa dan *surcharges* sebagai biaya tambahan untuk tiap peti kemas yang dibongkar atau muat. Berikut data-data biaya dan tarif yang terdapat pada layanan peti kemas Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak pada tahun 2017.

Tabel 4.4 Biaya operasional Terminal Jamrud Selatan

Biaya Operasional					
Jenis Biaya			Biaya		Satuan
Extend Cost/Month			Rp	100,000.00	Per TEU
Holding Cost			Rp	150.00	per m2
Crane Failure			Rp	1,200,000.00	per jam
Resources Fuel			Rp	450,000.00	per jam
Maintenance			Rp	150,000.00	per hari
Biaya Handling	20'0"	CY-HMC	Rp	323,517.55	per TEU
		CY-SC	Rp	227,335.15	
		TL-HMC	Rp	193,899.63	
		TL-SC	Rp	108,691.53	
	40'0"	CY-HMC	Rp	485,403.26	
		CY-SC	Rp	341,129.66	
		TL-HMC	Rp	290,980.18	
		TL-SC	Rp	163,241.17	
Gaji Pegawai (200)			Rp	3,293,506.00	per orang
Listrik (79453.23 kWh/bln)			Rp	1,467.28	per kWh

Tabel 4.5 Tarif layanan peti kemas Pelabuhan Tanjung Perak tahun 2017

Tarif Layanan								
Tipe layanan	Tarif							
	Container Yard				Trucking Loss			
	20'-0" HMC	40'-0" HMC	20'-0" SC	40'-0" SC	20'-0" HMC	40'-0" HMC	20'-0" SC	40'-0" SC
Proses B/M (per FL <i>dry</i> TEU)	Rp 783,715.00	Rp 1,175,880.00	Rp 550,715.00	Rp 826,380.00	Rp 530,215.00	Rp 795,680.00	Rp 297,215.00	Rp 446,380.00
Proses B/M (per MT <i>dry</i> TEU)	Rp 453,715.00	Rp 680,880.00	Rp 313,915.00	Rp 471,180.00	Rp 321,115.00	Rp 481,980.00	Rp 181,315.00	Rp 272,280.00
Harga penampungan CY (per m2 per jam)	Rp 324.44							
Transshipment (per TEU)	Rp 473,200.00	Rp 709,800.00	Rp 322,000.00	Rp 482,600.00				
Registrasi Muatan masuk CY	Muat		Bongkar					
	20'-0"	40'-0"	20'-0"	40'-0"				
	Rp 35,000.00	Rp 70,000.00	Rp 27,200.00	Rp 54,400.00				
Surcharge	Rp 160,200.00							

Tabel 4.6 Biaya beli/sewa sumber daya

Resources		
Barang	Harga	Detail
Crane (Beli)	Rp 6,933,002,766.06	Shore Crane (50 ton)
Crane (Sewa)/bulan	Rp 180,000,000.00	Shore Crane tingkat 70-95%
Forklift (Beli)	Rp 794,430,000.00	Standard 10-20 ton
Forklift (Sewa)/hari	Rp 1,500,000.00	Standard tingkat 80-100%
Reach Stacker (Beli)	Rp 9,237,944,000.00	KALMAR DRT450 45 ton
Reach Stacker (Sewa)/hari	Rp 7,500,000.00	Standard kualitas bagus

Data numerikal di atas merupakan data-data yang sifatnya sebagai pembatas dan statis dimana tidak akan mengalami perubahan selama jangka waktu yang panjang dan bergantung pada kebijakan perusahaan. Data numerikal lain seperti waktu kedatangan kapal, waktu *set-up*, waktu proses, *demand* kapal datang, dan data-data lain yang sifatnya dinamis dan stokastik akan diolah lagi menjadi bentuk distribusi sebagai *input* pada model simulasi. Data yang diperoleh dari Terminal Jamrud Selatan masih berbentuk data mentah sehingga perlu diolah kembali sebelum akhirnya digunakan *input analyzer* untuk diperoleh distribusinya yang akan dibahas pada subbab selanjutnya.

Data-data yang diperoleh dari pelabuhan merupakan data tiap kapal yang datang tiap bulan selama tahun 2017. Data yang diperoleh meliputi detil kapal (nama kapal, asal, tujuan, kode, dsb) dan data numerik yang meliputi waktu kapal datang, waktu mulai dan selesai bongkar/muat, waktu kapal berangkat, serta *berthing time* (BT) dan *berth working time* (BWT) untuk data numerik dari *time space* kapal. BT merupakan lama kapal berada di dermaga yang merupakan hasil pengurangan waktu kapal berangkat dan datang/sandar. BWT diperoleh dengan pengurangan waktu dari proses B/M mulai hingga selesai dan sebagai waktu efektif kapal. Waktu *set-up* dan *post-time* sebagai jarak antara kapal datang dan mulai serta kapal selesai dan berangkat. Selain data *time space*, ada pula data *demand* kapal dan detilnya berupa pergerakan *container* (Container Yard dan *Trucking Loss*), dimensi (20' dan 40'), dan *load* peti kemas (*Full Load* dan *Empty*). Berikut bentuk data-data numerikal yang bersifat dinamis dan stokastik dari Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak.

Tabel 4.7 *Time space* kapal dalam pelabuhan bulan Januari 2017

NO	NAMA KAPAL	TUJUAN	SANDAR	START	END	BERANGKAT	BT	BWT
1	HAPPY STAR I ,KM	KUPANG	1/3/2017 21:00	1/3/2017 22:00	1/5/2017 1:30	1/5/2017 1:50	29	28
2	CALYPSO eks SETIA	KUPANG	1/6/2017 7:10	1/6/2017 9:10	1/7/2017 1:05	1/7/2017 2:00	19	16
3	TIKALA, KM	DOBO	1/7/2017 9:25	1/7/2017 10:00	1/9/2017 19:01	1/9/2017 22:07	61	57
4	MENTARI PERDANA, KM	LARANTUKA	1/7/2017 13:25	1/7/2017 16:20	1/8/2017 17:12	1/8/2017 19:23	30	25
5	MULTI KARYA I, KM	KUPANG	1/11/2017 7:50	1/11/2017 10:20	1/11/2017 17:55	1/11/2017 18:34	11	8
6	MULTI KARYA I, KM	KUPANG	1/11/2017 16:10	1/11/2017 17:10	1/12/2017 4:48	1/12/2017 6:49	15	12
7	MEGAH PACIFIC, KM	WAINGAPU	1/14/2017 20:38	1/15/2017 1:17	1/15/2017 5:20	1/15/2017 6:20	10	4
8	SAKURA 09, KM	KUPANG	1/17/2017 6:00	1/17/2017 9:00	1/17/2017 22:22	1/18/2017 5:22	23	13
9	MULTI MANDIRI, KM	KUPANG	1/19/2017 19:25	1/19/2017 21:00	1/20/2017 18:07	1/20/2017 20:17	25	21
10	MENTARI PERDANA, KM	LARANTUKA	1/21/2017 11:04	1/21/2017 13:00	1/23/2017 23:02	1/24/2017 1:10	62	58
11	FREEDOM, KM	AMBON	1/24/2017 15:45	1/24/2017 17:00	1/25/2017 11:04	1/25/2017 13:54	22	18
12	CARAKA JAYA NIAGA III 22, KM	LARANTUKA	1/24/2017 23:30	1/25/2017 1:15	1/27/2017 16:00	1/27/2017 16:45	65	63
13	HAPPY STAR I ,KM	KUPANG	1/25/2017 20:00	1/25/2017 21:50	1/28/2017 22:00	1/29/2017 7:02	83	72
14	MULTI KARYA I, KM	KUPANG	1/26/2017 15:00	1/26/2017 16:00	1/28/2017 3:00	1/28/2017 3:23	36	35
15	NUSANTARA PELANGI - 101 Eks. XIN OU 5	MAKASSAR	1/27/2017 14:37	1/27/2017 16:00	1/28/2017 6:00	1/28/2017 9:11	19	14
16	CALYPSO eks SETIA	KUPANG	1/28/2017 12:13	1/28/2017 13:25	1/30/2017 15:28	1/30/2017 17:31	53	50

Tabel 4.8 Data permintaan bongkar kapal bulan Januari 2017

NO	NAMA KAPAL	DISCHARGE									
		CY					TL				
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL
1	HAPPY STAR I ,KM	2	0	95	24	121	71	0	56	0	127
2	CALYPSO eks SETIA					0					0
3	TIKALA, KM					0	39		46		85
4	MENTARI PERDANA, KM			9	4	13					0
5	MULTI KARYA I, KM					0					0
6	MULTI KARYA I, KM	21		26		47	22		27	4	53
7	MEGAH PACIFIC, KM					0					0
8	SAKURA 09, KM					0					0
9	MULTI MANDIRI, KM	7		42	2	51	41		4		45
10	MENTARI PERDANA, KM					0					0
11	FREEDOM, KM					0					0
12	CARAKA JAYA NIAGA III 22, KM					0					0
13	HAPPY STAR I ,KM					0					0
14	MULTI KARYA I, KM	17		67	2	86	13		2		15
15	NUSANTARA PELANGI - 101 Eks. XIN OU 5	82		54		136	14		64		78
16	CALYPSO eks SETIA					0					0

Tabel 4.9 Data permintaan muat kapal bulan Januari 2017

NO	NAMA KAPAL	LOADING									
		CY					TL				
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL
1	HAPPY STAR I ,KM					0.0					0
2	CALYPSO eks SETIA	25	1			26.0	80	14			94
3	TIKALA, KM	17				17.0	62		5		67
4	MENTARI PERDANA, KM					0.0					0
5	MULTI KARYA I, KM	84				84.0	20				20
6	MULTI KARYA I, KM					0.0					0
7	MEGAH PACIFIC, KM	10				10.0	25	6			31
8	SAKURA 09, KM	8	4			12.0	42	8			50
9	MULTI MANDIRI, KM	54				54.0	47	1			48
10	MENTARI PERDANA, KM	44				44.0	38				38
11	FREEDOM, KM	74				74.0	39				39
12	CARAKA JAYA NIAGA III 22, KM	68		3		71.0	34		6		40
13	HAPPY STAR I ,KM	161	1			162.0	54	5			59
14	MULTI KARYA I, KM					0.0					0
15	NUSANTARA PELANGI - 101 Eks. XIN OU 5	192				192.0					0
16	CALYPSO eks SETIA	50				50.0	47	18			65

Tabel 4.10 Hasil olahan data

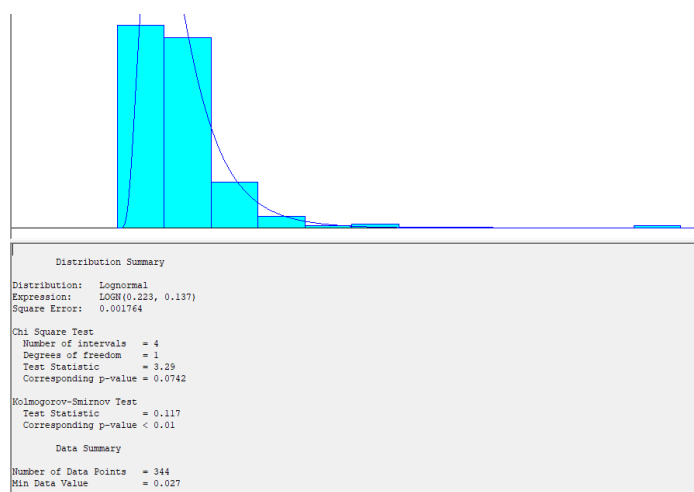
NO	TUJUAN KAPAL	Inter Arrival Time	Set-up process	Post-time Process	Demand		Crane Time (hour/box)	Type
					Unloading	Loading		
1	KUPANG	-	1.00	0.33	236	0	0.11	BONGKAR
2	KUPANG	58.17	2.00	0.92	0	120	0.13	MUAT
3	DOBO	26.25	0.58	3.10	85	84	0.34	B/M
4	LARANTUKA	4.00	2.92	2.18	9	0	1.91	BONGKAR
5	KUPANG	90.42	2.50	0.65	0	104	0.11	MUAT
6	KUPANG	8.33	1.00	2.02	100	0	0.08	BONGKAR
7	WAINGAPU	76.47	4.65	1.00	0	41	0.10	MUAT
8	KUPANG	57.37	3.00	7.00	0	62	0.22	MUAT
9	KUPANG	61.42	1.58	2.17	95	102	0.11	B/M
10	LARANTUKA	39.65	1.93	2.13	0	82	0.71	MUAT
11	AMBON	76.68	1.25	2.83	0	113	0.56	MUAT
12	LARANTUKA	7.75	1.75	0.75	0	111	0.32	MUAT
13	KUPANG	20.50	1.83	9.03	0	221	0.23	MUAT
14	KUPANG	19.00	1.00	0.38	101	0	0.18	BONGKAR
15	MAKASSAR	23.62	1.38	3.18	214	192	0.18	B/M
16	KUPANG	21.60	1.20	2.05	0	115	0.12	MUAT

Data-data numerik di atas merupakan data yang dapat diperoleh dari Pelabuhan. Beberapa data *timesheet* yang mencakup faktor-faktor penyebab *idle time* akibat kerusakan alat dan *not operational time* akibat pengaruh cuaca yang tidak dapat diakses oleh pihak luar akan diasumsikan pada subbab pengolahan data dengan penyesuaian data yang diperoleh dari hasil wawancara. Data operasi truk, *forklift*, *reach stacker* juga akan disesuaikan. Data-data operasi lain yang sifatnya mengandung probabilitas akan disesuaikan dengan *probability distribution*.

4.3 Pengolahan Data

Pada subbab ini, semua data numerikal yang bersifat dinamis diolah dan diperoleh distribusi untuk tiap jenis data. Pengolahan data yang dilakukan merupakan *fitting distribution* yang akan digunakan sebagai *input* untuk model

simulasi. Data numerikal yang digunakan ialah data kedatangan kapal, volume kapal (*demand rate*), *pre-time*, *post-time*, dan *crane time*. *Idle time* dan *non-operational time* akan dibagi lagi berdasarkan banyak faktor yang dapat mempengaruhi proses yang berjalan di pelabuhan seperti *downtime*, *repair time*, faktor cuaca (*tidal window*), dan *allowance* pada *set-up time* dan *post-time* yang akan disesuaikan berdasarkan hasil wawancara. Bentuk dari *fitting distribution* dengan *input analyzer* pada data performansi *crane* ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil *fitting distribution* dengan *input analyzer* pada performansi *crane*

Hasil pada Gambar 4.2 menunjukkan performa *crane* berdistribusi Beta dengan formula Lognormal (0.223, 0.137). Hal yang sama dilakukan dengan meng-*input* data yang telah dikumpulkan pada *input analyzer*. Berikut hasil dari *fitting distribution* dan penyesuaian yang digunakan.

Tabel 4.11 Hasil *fitting distribution* dan *probability distribution* data numerik

Jenis Data	Distribusi	Satuan
Performansi Crane	LOGN(0.223, 0.137)	Jam/Box
Kedatangan Kapal	-0.001 + EXPO(23.3)	Jam
Set-Up Time	-0.001 + LOGN(3.1, 5.31)	Jam
Post-Time	-0.001 + GAMM(4.87, 1.04)	Jam
Demand Bongkar	2 + ERLA(49.1, 2)	Container
Demand Muat	TRIA(16, 43.4, 290)	Container
Tipe demand (Bongkar/Muat/B&M)	Probability (0.28 B, 0.302 M, 0.418 B/M)	-

Tabel 4.11 Hasil *fitting distribution* dan *probability distribution* data numerik (lanjutan)

Jenis Data	Distribusi	Satuan
Pergerakan peti kemas Muat (CY/TL)	Probability (0.631 CY, 0.369 TL)	-
Pergerakan peti kemas Bongkar (CY/TL)	Probability (0.309 CY, 0.691 TL)	-
Probabilitas ketersediaan SC	Probability (0.942 no SC, 0.058 SC)	-
Tipe SC	Probability (0.105 combo, 0.895 standard)	-
Tipe peti kemas (Bongkar)	Probability (0.968 20', 0.032 40')	-
Tipe peti kemas (Muat)	Probability (0.967 20', 0.033 40')	-
Muatan Peti Kemas (Bongkar)	Probability (0.279 FL, 0.721 MT)	
Muatan Peti Kemas (Muat)	Probability (0.898 FL, 0.102 MT)	
Kedatangan Peti Kemas (CY)	30 * BETA(1.08, 2.21)	Menit
Kedatangan Peti Kemas (TL) (Dipicu jadwal kedatangan kapal)	45 * BETA(1.11, 2.22)	Menit
Peti Kemas Keluar	119 * BETA(0.957, 2.28)	Jam
Performansi <i>forklift</i>	0.02 + LOGN(0.153, 0.114)	Jam/box
Performansi <i>reach stacker</i>	0.04 + LOGN(0.0973, 0.0781)	Jam/box
Performansi truk	0.03 + LOGN(0.149, 0.116)	Jam/box
Uptime	48 * BETA(1.09, 2.36)	Jam
Repair Time	24 * BETA(0.992, 2.35)	Jam

Bentuk *fitting* tanpa distribusi pada tabel 4.11 dilakukan dengan menghitung keseluruhan data yang bersangkutan dan dihitung dengan peluang kejadian berdasarkan data yang diperoleh. Jenis data tanpa *fitting distribution* dilakukan pada kemungkinan bongkar, muat, dan bongkar/muat, kemungkinan peti kemas masuk ke *container yard* (CY) atau dari truk menuju dermaga langsung (TL) serta tipe peti kemas yang datang (20'/40') baik. Tabel 4.12- 4.16 menunjukkan bentuk perhitungan untuk distribusi diskrit yang digunakan.

Tabel 4.12 Perhitungan probabilitas Bongkar/Muat

Bulan	Bongkar	Muat	B/M	Total	Probabilitas Bongkar	Probabilitas Muat	Probabilitas B/M
Januari	4	9	3	16	0.250	0.563	0.188
Februari	5	5	8	18	0.278	0.278	0.444
Maret	12	9	6	27	0.444	0.333	0.222
April	11	8	5	24	0.458	0.333	0.208
Mei	9	11	10	30	0.300	0.367	0.333
Juni	7	10	8	25	0.280	0.400	0.320
Juli	7	8	16	31	0.226	0.258	0.516
Agustus	8	11	17	36	0.222	0.306	0.472
September	5	5	14	24	0.208	0.208	0.583
Oktober	6	5	16	27	0.222	0.185	0.593
November	8	5	17	30	0.267	0.167	0.567
Desember	8	9	19	36	0.222	0.250	0.528
Average					0.282	0.304	0.414

Tabel 4.13 Perhitungan probabilitas CY dan TL untuk proses bongkar

Bulan	Proses Bongkar			CY Probability	TL Probability
	CY	TL	Total		
Januari	437	403	840	0.520	0.480
Februari	753	689	1442	0.522	0.478
Maret	336	594	930	0.361	0.639
April	505	908	1413	0.357	0.643
Mei	678	1061	1739	0.390	0.610
Juni	128	1053	1181	0.108	0.892
Juli	620	1040	1660	0.373	0.627
Agustus	921	1834	2755	0.334	0.666
September	717	1432	2149	0.334	0.666
Oktober	318	2374	2692	0.118	0.882
November	433	2361	2794	0.155	0.845
Desember	705	2403	3108	0.227	0.773
Average				0.317	0.683

Tabel 4.14 Perhitungan probabilitas CY dan TL untuk proses muat

Bulan	Proses Muat			CY Probability	TL Probability
	CY	TL	Total		
Januari	796	551	1347	0.591	0.409
Februari	957	460	1417	0.675	0.325
Maret	773	489	1262	0.613	0.387
April	684	357	1041	0.657	0.343
Mei	1110	929	2039	0.544	0.456

Tabel 4.14 Perhitungan probabilitas CY dan TL untuk proses muat (lanjutan)

Bulan	Proses Muat			CY Probability	TL Probability
	CY	TL	Total		
Juni	823	689	1512	0.544	0.456
Juli	1587	805	2392	0.663	0.337
Agustus	2336	346	2682	0.871	0.129
September	676	820	1496	0.452	0.548
Oktober	1474	984	2458	0.600	0.400
November	1854	984	2838	0.653	0.347
Desember	1845	1359	3204	0.576	0.424
Average				0.620	0.380

Tabel 4.15 Perhitungan probabilitas TEU 20' dan 40' untuk proses bongkar

Bulan	Proses Bongkar			Probabilitas Bongkar	
	20'	40'	Total	20'	40'
Januari	815	6	821	0.993	0.007
Februari	1377	42	1419	0.970	0.030
Maret	1080	30	1110	0.973	0.027
April	1329	78	1407	0.945	0.055
Mei	1625	75	1700	0.956	0.044
Juni	1115	61	1176	0.948	0.052
Juli	1606	35	1641	0.979	0.021
Agustus	2671	80	2751	0.971	0.029
September	3354	96	3450	0.972	0.028
Oktober	4145	145	4290	0.966	0.034
November	2740	70	2810	0.975	0.025
Desember	3009	83	3092	0.973	0.027
Average				0.968	0.032

Tabel 4.16 Perhitungan probabilitas TEU 20' dan 40' untuk proses muat

Bulan	Proses Muat			Probabilitas Muat	
	20'	40'	Total	20'	40'
Januari	1218	36	1254	0.971	0.029
Februari	1254	43	1297	0.967	0.033
Maret	1182	87	1269	0.931	0.069
April	899	44	943	0.953	0.047
Mei	1872	58	1930	0.970	0.030
Juni	1347	48	1395	0.966	0.034
Juli	2200	76	2276	0.967	0.033
Agustus	3064	60	3124	0.981	0.019

Tabel 4.16 Perhitungan probabilitas TEU 20' dan 40' untuk proses muat (lanjutan)

Bulan	Proses Muat			Probabilitas Muat	
	20'	40'	Total	20'	40'
September	3320	120	3440	0.965	0.035
Oktober	3682	89	3771	0.976	0.024
November	2666	64	2730	0.977	0.023
Desember	2981	77	3058	0.975	0.025
Average				0.967	0.033

Dalam permodelan simulasi sistem pelabuhan dengan penggunaan data-data tersebut, diperlukan beberapa asumsi sebagai berikut.

1. Layanan pelabuhan bekerja 24 jam non-stop dengan jam istirahat dan waktu antar pergantian *shift* diatur oleh distribusi pada *allowance*.
2. Peti kemas yang datang melalui *trucking loss* untuk muat kapal dipicu oleh kedatangan kapal yang pada sistem aktualnya terdapat jadwal kedatangan.
3. Kapal yang mengantri akan tetap berada di dalam sistem hingga pelayanan dilakukan.
4. *Resource* seperti *reach stacker*, truk, dan *forklift* tidak mengalami kerusakan dan jumlahnya disesuaikan dengan performa tiap sumber daya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 5

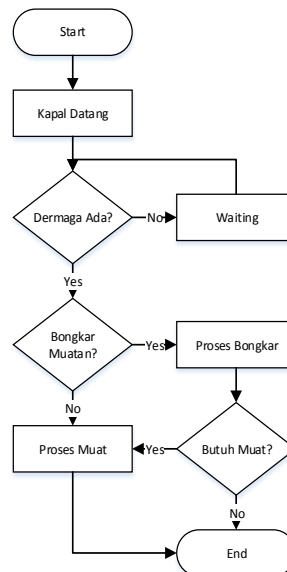
PERMODELAN SISTEM

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahap permodelan sistem bongkar/muat Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak berdasarkan data dari bab sebelumnya yang terdiri dari model konseptual, model simulasi, proses verifikasi dan validasi model, serta desain eksperimen dan analisa *output*.

5.1 Model Konseptual

Pada subbab ini akan dipaparkan dan dijelaskan mengenai model konseptual dari sistem yang diamati yang terdiri dari model konseptual sistem secara umum, model konseptual proses eksternal di *container yard*, model konseptual proses muat kapal, model konseptual proses bongkar kapal, model konseptual proses internal, model konseptual pergerakan peti kemas di pelabuhan, serta model konseptual proses kerja *crane*.

5.1.1 Model Konseptual Sistem Secara Umum

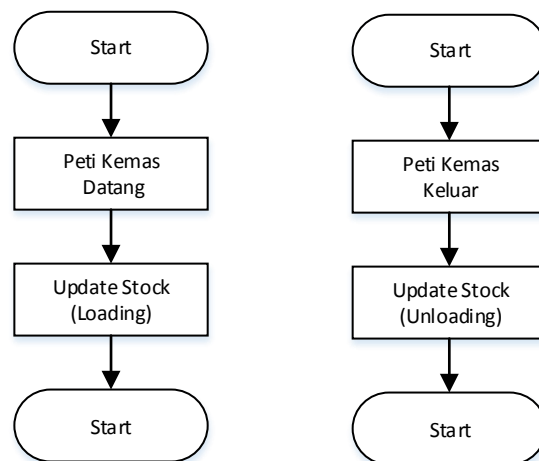


Gambar 5.1 Model konseptual sistem secara umum

Sistem secara umum menggambarkan proses utama yang terjadi di dalam sistem yang diamati. Dalam sistem di Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan

Tanjung Perak, proses utama yang terjadi ialah proses bongkar/muat peti kemas. Proses bongkar muat di pelabuhan diawali dengan kedatangan kapal di pelabuhan. Jika stasiun dermaga di pelabuhan tersedia, maka proses bongkar/muat dapat berlangsung, jika tidak maka kapal akan menunggu di tengah laut karena dermaga berdekatan dengan Terminal Jamrud Utara sehingga tidak ada ruang di dalam dermaga untuk kapal mengantri. Sistem secara umum digambarkan pada gambar 5.1 dimana kegiatan bongkar akan diprioritaskan karena jika permintaan berupa bongkar dan muat sekaligus, maka kegiatan bongkar akan dilakukan terlebih dahulu untuk memberi ruang di kapal sebelum dimuat.

5.1.2 Model konseptual proses eksternal di *container yard*

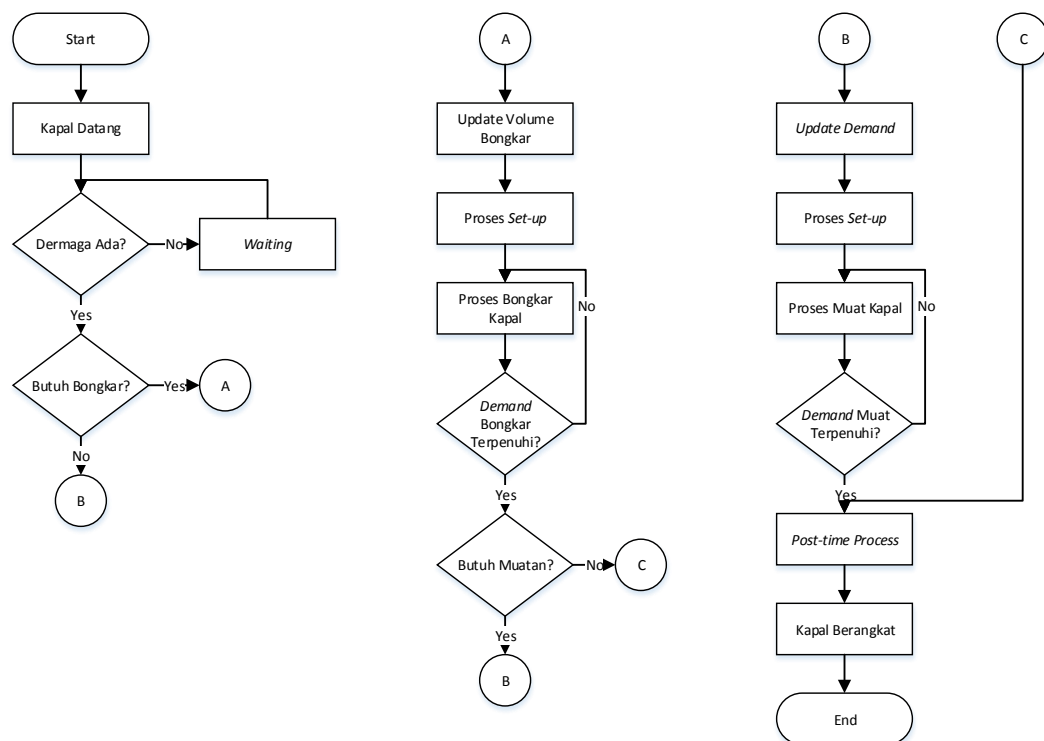


Gambar 5.2 Model konseptual proses eksternal (Muat dan Bongkar) di *container yard*

Proses eksternal sebagai salah satu proses yang tidak direncanakan oleh pelabuhan sebelumnya. Perencanaan yang dilakukan oleh pelabuhan sebulan sebelum proses utama berlangsung, hanya berupa kedatangan kapal dan volume permintaan bongkar/muat tiap kapal. Kedatangan tiap peti kemas bergantung pada kebijakan pemilik kapal dengan pemilik barang yang kedatangannya tidak pasti. Semakin lama peti kemas berada di pelabuhan, maka biaya yang ditanggungkan pada kedua pihak akan lebih besar, yang juga merupakan keuntungan dari pihak pelabuhan tetapi ruang *container yard* menjadi lebih sedikit yang ditunjukkan dengan besar *stock holding* lebih tinggi pada *loading container yard*.

Selain peti kemas yang datang untuk dimuat ke dalam kapal, peti kemas juga dapat keluar dari pelabuhan setelah dibongkar dari dalam kapal bergantung pada keputusan *customer* untuk waktu pengambilan peti kemas. Sama seperti pada *loading container yard*, pada *unloading container yard* juga membebankan biaya *holding* pada *customer* dimana semakin lama peti kemas menunggu di pelabuhan maka keuntungan akan semakin meningkat dikurangi oleh biaya *holding*. Penambahan dan pengurangan stok peti kemas pada *container yard* dihitung berdasarkan luas peti kemas dan diatur juga berdasarkan *stacking* dari peti kemas tertentu yang diijinkan sesuai pada prosedur yang telah ditetapkan. Penggambaran proses eksternal yang terjadi baik untuk muat dan bongkar ditunjukkan pada Gambar 5.2.

5.1.3 Model konseptual proses bongkar/muat kapal



Gambar 5.3 Model konseptual proses bongkar/muat kapal

Proses bongkar/muat kapal sebagaimana yang telah disebutkan pada sistem secara umum dimulai dengan kedatangan kapal di dermaga. Gambar 5.3

menggambarkan proses bongkar/muat yang terjadi di pelabuhan dari awal hingga akhir.

1. Kapal Datang

Kedatangan kapal memicu terjadinya proses bongkar/muat di dalam sistem. Kapal yang datang memiliki dimensi volume muatan yang berbeda-beda dan penentuan dermaga tidak dipengaruhi oleh permintaan bongkar atau muat melainkan diterapkan dengan sistem FIFO (*First In First Out*).

2. Ketersediaan Dermaga

Kapal yang datang akan dialokasikan ke dermaga yang kosong (tidak ada kapal). Jika dermaga tidak tersedia, maka kapal mengantri di tengah laut hingga ada dermaga yang kosong setelah kapal lain selesai diproses. Hal ini merupakan salah satu faktor penurunan *service level* dari pelabuhan.

3. Kebutuhan Bongkar atau Muat

Kapal yang datang akan memiliki perbedaan permintaan dimana permintaan layanan ada tiga, yaitu layanan bongkar kapal, layanan muat kapal, atau keduanya. Khusus layanan bongkar dan muat sekaligus, proses akan dimulai dari layanan bongkar kapal untuk mengosongkan atau memberi ruang pada kapal sebelum proses muat kapal dilakukan. Setelah proses bongkar selesai barulah dilanjutkan dengan proses muat.

4. *Update Demand*

Demand tiap kapal berbeda-beda sesuai dengan karakteristik kapal yang datang. Kapal yang datang seringkali sudah berlangganan di Pelabuhan Tanjung Perak untuk memuat barang-barang yang diperlukan yang biasanya berupa bahan-bahan makanan dengan jumlah peti kemas sama dengan kapasitas volume kapal yang datang. Dengan mengetahui *demand* kapal maka proses muat dapat mulai dilakukan dan batas penghentian proses dapat diketahui. *Demand* pada proses bongkar dan muat dibedakan, karena pergerakan entitas yang diproses pada kapal memiliki pergerakan yang berbeda dimana pada proses bongkar *demand* disebut sebagai volume bongkar.

5. Proses *set-up*

Sebelum melakukan proses bongkar/muat, tiap sumber daya yang diperlukan dipersiapkan terlebih dahulu. Khusus *Demand* muat yang telah di *update* memicu dimulainya pekerjaan mulai dari *loading container yard* dengan *reach stacker*. *Reach stacker* disini diprioritaskan pada proses muat karena kebutuhan dari proses muat yang lebih mendesak dibandingkan dengan di *unloading container yard* yang dapat diatasi terakhir karena tidak mempengaruhi *service level* utama dari pelabuhan. Pemindahan dari *container yard* ke dermaga atau penampungan sementara memerlukan ketersediaan truk atau *forklift* hingga akhirnya peti kemas siap untuk dimuat ke dalam kapal. *Crane* sebagai salah satu *resource* terpenting dalam menentukan *service level* pelabuhan disiapkan segera setelah kapal datang ke dalam pelabuhan sehingga sebelum *reach stacker* dan truk atau *forklift* selesai melakukan proses transfer, *crane* sudah siap untuk bekerja. Proses *set-up* pada layanan bongkar berbeda dalam hal persiapan di *container yard* dimana pada proses bongkar tidak ada persiapan sumber daya pada *container yard* karena muatan diambil dari kapal.

6. Proses bongkar/muat kapal

Pada proses bongkar kapal, *crane* akan langsung mengambil peti kemas dari dalam kapal menuju truk apabila truk sudah siap, jika truk belum siap maka peti kemas hasil bongkar akan diletakkan di lahan penampungan sementara untuk menghindari *delay* akibat menunggu truk datang. Proses bongkar kapal pada umumnya dimulai dari depan hingga belakang kapal tetapi tidak ada aturan khusus dalam mengatur mekanisme pembongkaran kapal.

Pada proses muat kapal, setelah peti kemas siap untuk dimuat, *crane* akan langsung memuat peti kemas ke dalam kapal dengan aturan yang telah ditentukan. Secara umum, pengaturan tata letak peti kemas di dalam kapal akan dimulai dari peti kemas dengan dimensi paling besar dan berat lebih dulu diikuti peti kemas lain yang memiliki dimensi dan berat lebih kecil. Berbeda dengan *container yard*, pengisian peti kemas ke kapal dihitung dengan satuan box, baik volume kapasitas maupun pengisiannya.

Untuk kegiatan bongkar dan muat sekaligus, proses bongkar akan dilakukan terlebih dahulu kemudian diikuti dengan proses muat. Sebelum melakukan perubahan layanan dari proses bongkar ke kegiatan muat, proses *set-up* dilakukan khusus untuk *loading container yard* untuk mempersiapkan peti kemas yang akan dimuat ke kapal. Untuk persiapan *crane* dan sumber daya transfer tidak perlu dilakukan karena sumber daya yang telah digunakan pada proses bongkar sebelumnya akan tetap berada pada dermaga yang bersangkutan.

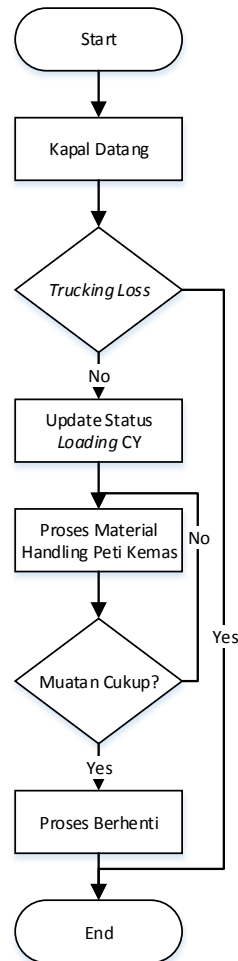
7. *Post-time process*

Sebelum proses bongkar/muat dilakukan, terdapat *pre-time process* yang berupa *set-up* peralatan demikian pula setelah proses bongkar/muat akan ada *post-time process* dimana pada waktu ini *crane* akan dilepas dari stasiun dermaga sebelum kapal berangkat. Ada pula jika kapal memiliki *crane*, maka *ship crane* akan dikembalikan seperti semula sebelum kapal dapat berangkat serelah proses muat selesai dilakukan.

8. Kapal berangkat

Setelah proses bongkar/muat selesai dilakukan, kapal berangkat menuju kota tujuan. Karena kapal bukan kepemilikan PT Pelindo maka proses perjalanan kapal setelah dilepas dari dermaga tidak menjadi perhatian dari pelabuhan.

5.1.4 Model konseptual proses internal di container yard



Gambar 5.4 Model konseptual proses internal di *container yard*

Proses internal yang terjadi di *container yard* hanya terjadi pada proses muat seperti yang telah dijelaskan pada Subbab 5.1.3. Ketika kapal datang untuk melakukan kegiatan muat peti kemas, *reach stacker* akan bekerja untuk melakukan kegiatan *material handling* dari *container yard* ke sumber daya transfer, yaitu truk atau *forklift*. Untuk truk, peti kemas akan langsung dipindahkan dari *container yard* ke badan truk, sedangkan untuk *forklift* dapat bekerja jika peti kemas tidak *stack* lebih dari dua karena kapasitas *forklift* yang hanya dapat mengangkut peti kemas berjumlah dua buah dengan ukuran 20'-0". Untuk peti kemas di atas 20'-0", *forklift* tidak dapat digunakan sehingga kebutuhan truk akan sangat diperlukan ketika muatan berdimensi tersebut diperlukan pada muatan kapal. Proses pemindahan akan terus berjalan hingga volume muatan yang diinginkan sudah sesuai sejumlah peti kemas yang telah

dipindahkan. Gambar 5.4 menunjukkan ilustrasi proses yang terjadi pada proses internal di *container yard*.

5.1.5 Model konseptual pergerakan peti kemas (proses transfer) di pelabuhan

Proses transfer peti kemas di dalam pelabuhan ditunjukkan pada Gambar 5.5. Proses ini berlangsung pada *container yard* hingga stasiun dermaga termasuk tempat penampungan sementara yang berada tepat di depan stasiun dermaga.

1. Peti kemas datang

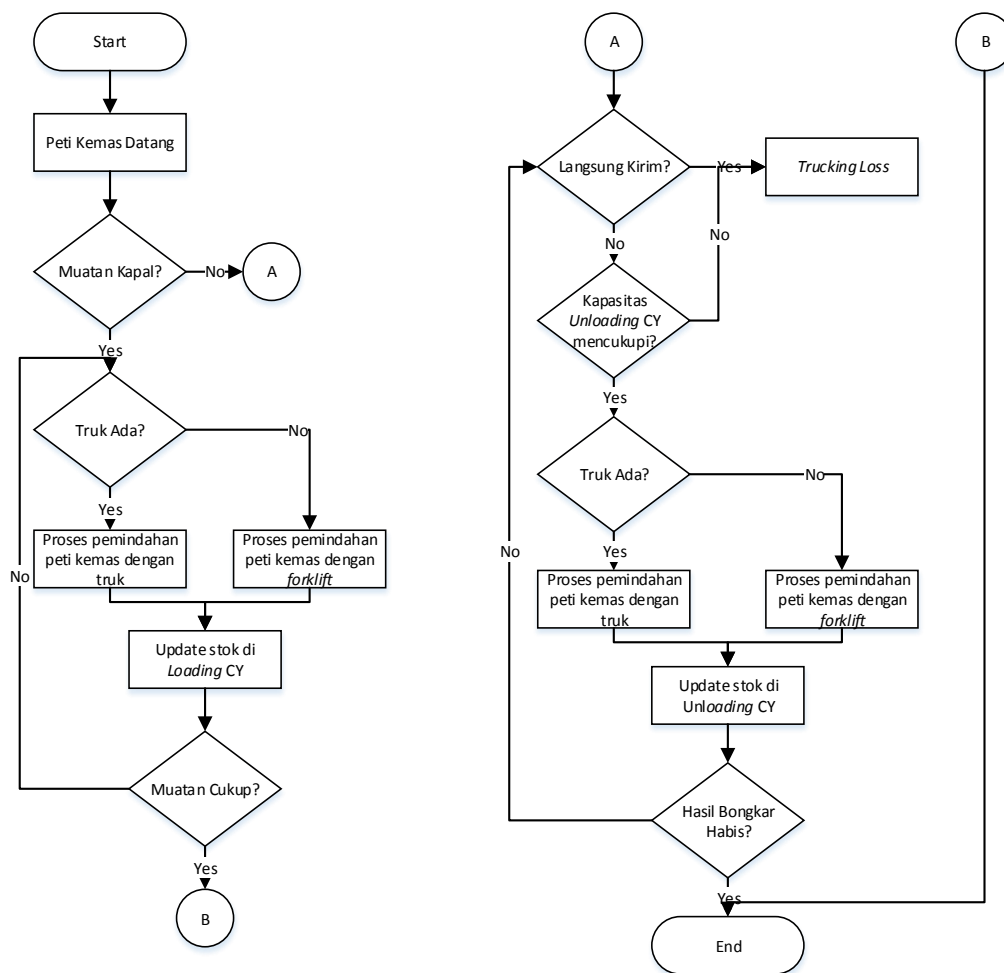
Kedatangan peti kemas berada di 2 tempat, yaitu di *loading container yard* dan di stasiun dermaga. Karena sumber daya yang digunakan sama baik untuk proses bongkar ataupun muat maka kebutuhan keduanya akan memicu status kebutuhan truk dan *forklift* yang sama. Karena proses muat diprioritaskan dan adanya tempat penampungan sementara yang membantu kelancaran proses transfer (tidak ada *block*), maka jika peti kemas datang bersamaan pada kedua tempat, truk atau *forklift* akan menuju *loading container yard* terlebih dahulu.

2. Kebutuhan transfer untuk kegiatan muat kapal

Transfer untuk kegiatan muat kapal berawal dari *loading container yard*. Ketika kebutuhan transfer untuk muat kapal diperlukan, truk akan diprioritaskan diperlukan terlebih dahulu karena muatan yang lebih besar akan memerlukan truk dalam proses pemindahannya. Jika tidak ada maka *forklift* digunakan tetapi untuk mengangkat peti kemas yang lebih kecil menuju ke penampungan sementara. Jika kapal tidak memerlukan muatan dengan dimensi yang besar, maka *forklift* dapat langsung mengirim peti kemas menuju *crane* untuk dimuat ke kapal. Tiap peti kemas yang ditransfer ke dermaga, stok di *loading container yard* akan dikurangi sesuai dengan luasan peti kemas yang keluar dari *container yard*. Terminasi proses transfer bergantung pada jumlah peti kemas di *loading container yard*, ketika peti kemas yang diperlukan sudah dipindahkan seluruhnya di dermaga atau kapal, truk atau *forklift* akan kembali ke posisi semula.

3. Kebutuhan transfer untuk kegiatan bongkar kapal

Apabila tidak ada kegiatan transfer untuk muat kapal diperlukan, maka truk dan *forklift* akan dialokasikan ke kegiatan bongkar kapal. Sama seperti kegiatan transfer untuk muat, truk akan diprioritaskan ada lebih dulu karena kemungkinan adanya dimensi peti kemas di atas 20'-0" yang keluar dari kapal. Selain itu, kebutuhan *trucking loss* apabila *unloading container yard* penuh hanya dapat diatasi oleh truk perusahaan. Kapasitas *unloading container yard* dicek pada kegiatan bongkar karena berbeda dengan kegiatan muat yang mengurangi stok jika ditransfer, sebaliknya pada kegiatan transfer untuk bongkar kapal, peti kemas justru masuk ke *container yard* sehingga stok *unloading container yard* bertambah. Jika peti kemas ditujukan untuk ditahan di pelabuhan lebih dulu, maka kapasitas *unloading container yard* dicek terlebih dahulu. Jika kapasitas penuh maka *trucking loss* dilakukan langsung, jika tidak maka dicek keberadaan truk atau *forklift*. Jika truk ada maka truk digunakan untuk transfer, jika tidak ada maka *forklift* yang digunakan. Kegiatan transfer akan selesai jika seluruh hasil bongkar telah dipindahkan.



Gambar 5.5 Model konseptual pergerakan peti kemas (proses transfer) di pelabuhan

5.1.6 Model konseptual proses kerja crane

Proses kerja *crane* ditunjukkan pada Gambar 5.6 yang dimulai dari ketika kapal datang sebagai salah satu tahapan dari proses *set-up*. Pada proses kerja *crane* ada beberapa kondisi yang perlu diperhatikan sebagai berikut.

1. Alokasi 1 *crane* dengan *ship crane*

Kondisi ini terjadi jika kapal yang datang memiliki *crane* sendiri yang disebut *ship crane*. *Ship crane* sendiri ada dua jenis pada kapal-kapal yang datang di Pelabuhan Tanjung Perak yaitu *ship crane* biasa dan *ship crane combo*. Kedua *crane* memiliki performa yang berbeda dimana *ship crane combo* memiliki performa lebih tinggi. Meski kapal memiliki *crane* sendiri, *crane* milik pelabuhan juga tetap dialokasikan ke kapal

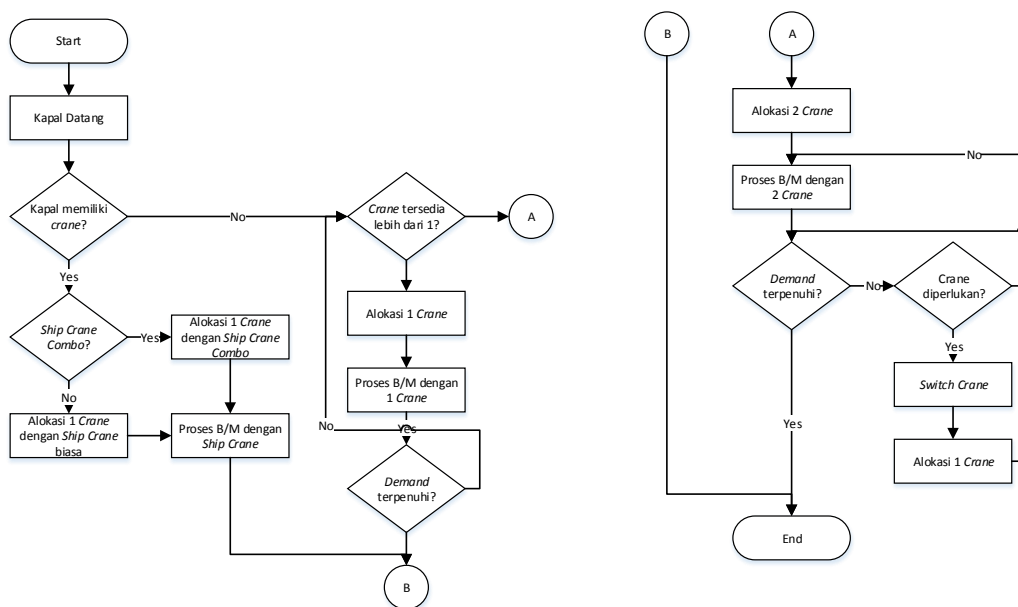
bersangkutan karena performa *crane* kapal yang jauh dibawah performa *crane* pelabuhan meski menggunakan *ship crane combo*. Produktivitas yang dihitung tidak memperhitungkan box yang dipindahkan oleh *ship crane* sehingga keberadaan *ship crane* tidak mempengaruhi *service level* dari pelabuhan. Dengan adanya *ship crane*, penggunaan 2 *crane* tidak dapat dilakukan karena dapat membatasi pergerakan dari *ship crane* yang akan menyebabkan *block* berlebihan.

2. Alokasi 2 *crane*

Alokasi 2 *crane* terjadi jika *crane* pelabuhan yang tersedia lebih dari 1. Dalam 1 dermaga, kapal dapat mengalokasikan paling banyak 2 *crane* untuk melayani proses B/M dalam satu kapal. Dengan menggunakan 2 *crane* produktivitas dapat meningkat dan mengurangi proporsi *idle* dari *crane*. Akan tetapi kondisi ini akan tetap memperhatikan kedatangan kapal lain dimana jika ada kapal yang memerlukan *crane* sedangkan tidak ada *crane* yang tersedia, maka *crane* akan di *switch* dan menjadi alokasi 1 *crane*. Ketika ada *crane* lain yang mengganggu lagi, maka *crane* akan dialokasikan ke pekerjaan yang hanya menggunakan 1 *crane*.

3. Alokasi 1 *crane*

Kondisi ini terjadi jika *crane* yang tersedia (mengganggu) hanya ada 1 sehingga alokasi 2 *crane* tidak memungkinkan. Seperti telah dijelaskan sebelumnya, jika ada *crane* yang mengganggu setelah proses lain selesai, maka *crane* akan dialokasikan ke dermaga yang hanya ada 1 *crane* bekerja. Dalam pengalokasian *crane*, *set-up* untuk *switch crane* tidak dipertimbangkan.



Gambar 5.6 Model konseptual proses kerja *crane*

5.2 Model Simulasi

Pada subbab ini akan dibentuk model simulasi dengan Metode Simulasi Diskrit menggunakan data pada Subbab 4.3. Berdasarkan model konseptual yang telah dijelaskan pada Subbab 5.1, model simulasi dapat dibentuk. Model simulasi terdiri dari 6 sub-sistem, yaitu kedatangan kapal, proses bongkar/muat kapal, proses transfer, proses internal CY, proses eksternal CY, serta Proses keberangkatan kapal. Model dijalankan dengan menggunakan replikasi awal sebanyak 5 kali yang kemudian diperoleh hasilnya untuk dilakukan verifikasi dan validasi pada model sebelum skenario diterapkan.

5.3 Perhitungan Jumlah Replikasi

Replikasi dilakukan untuk memperoleh *output* dari model simulasi yang dapat merepresentasikan populasi aktual dari sistem sebenarnya. Replikasi merupakan jumlah iterasi yang dilakukan dibawah kondisi yang serupa (sama) untuk memperoleh akurasi lebih tinggi. Karena sistem yang diamati memiliki sifat stokastik dan dinamis yang selalu berubah baik *input* maupun *output*-nya maka replikasi wajib dilakukan untuk memperoleh representasi sistem yang lebih sesuai. Berikut bentuk perhitungan dari replikasi yang dilakukan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil perhitungan replikasi model sebanyak 5 kali untuk simulasi 1 tahun

Replikasi	Total Demand Terpenuhi		
	Muat	Bongkar	Total
1	33649	25135	58784
2	30339	24218	54557
3	30632	21761	52393
4	32081	23723	55804
5	33246	25589	58835
Average	31989.4	24085.2	56074.6
Std	1492.318766	1492.834954	2778.991238

Pada percobaan *running* model dilakukan jumlah replikasi awal sebanyak 5 kali dan diperoleh rata-rata total layanan kapal sebesar 56074.6 dan standar deviasi sebesar 2778.991. Dengan *mean* dan standar deviasi yang diperoleh pada jumlah replikasi awal tersebut, maka perhitungan jumlah replikasi yang diperlukan dapat dilakukan. Dengan mengasumsikan tingkat kepercayaan (*confidence level*) sebesar 95% maka dapat diperoleh *half width* (*hw*) dengan perhitungan sebagai berikut.

$$h_o = h_w = \frac{t_{n-1, \frac{\alpha}{2}} \cdot s}{\sqrt{n}}$$

$$n' = \left(\frac{\left(\frac{z_{\frac{\alpha}{2}}}{hw} \right) \cdot s}{hw} \right)^2$$

$$h_w = \frac{2.7765 \times 2778.91}{\sqrt{5}}$$

$$n' = \left(\frac{1.96 \times 2778.91}{3450.541} \right)^2$$

$$h_w = 3450.541$$

$$n' = 2.492 = 3 \text{ (dibulatkan ke atas)}$$

Dengan :

$$\alpha = 0.05$$

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$n = 5$$

$$s = 2778.91$$

$$t_{n-1, \frac{\alpha}{2}} = t_{4, 0.025} = 2.7765$$

$$z_{\frac{\alpha}{2}} = z_{0.025} = 1.96$$

Distribusi dari nilai t dan z diperoleh pada tabel t dan z untuk distribusi statistik yang dapat digunakan dengan mengasumsikan data bersifat independen dan terdistribusi merata.

Pada perhitungan diperoleh *half-width* sebesar 3450.541 dan sampel replikasi diperlukan (n') sebesar 3 replikasi. Dengan melakukan 5 replikasi, maka jumlah replikasi sudah lebih dari cukup untuk dapat merepresentasikan hasil dari simulasi yang dilakukan.

5.4 Verifikasi dan Validasi

Pada subbab ini akan dilakukan proses verifikasi dan validasi dari model simulasi yang telah dihasilkan

5.4.1 Proses Verifikasi Model

Proses verifikasi merupakan proses pengecekan model simulasi terhadap model konseptual. Verifikasi sesuai jika model simulasi telah merepresentasikan model konseptual yang telah dibuat. Selain itu, dalam proses verifikasi *running* model juga diperiksa apabila model dapat berjalan tanpa terjadi kesalahan ketika model berjalan (*error*). Tipe *error* yang dimaksudkan secara umum ada 2 macam, yaitu *syntax errors* dan *semantic errors*. *Syntax error* merupakan bentuk kesalahan pada model berbentuk kesalahan definisi variabel atau atribut ataupun kesalahan penempatan notasi yang menyebabkan model tidak dapat berjalan atau berjalan dengan tidak semestinya.

5.4.1.1 Verifikasi Penyesuaian *Demand*

Demand pada model didefinisikan dengan 8 jenis atribut, yaitu *demand* total yang berupa *demand* bongkar dan *demand* muat, tujuan bongkar atau muat berupa *container yard* (CY) atau *trucking loss* (TL), ukuran peti kemas berupa ukuran 20 Inch dan 40 Inch, serta muatan peti kemas berupa muatan penuh atau *full load* (FL) dan muatan kosong atau *empty* (MT). Karena probabilitas yang didasarkan pada data aktual, muatan 40 sangat jarang baik pada proses bongkar maupun muat. Sedangkan untuk isi muatan, proses bongkar lebih sering membongkar muatan kosong (MT) serta untuk proses muat lebih sering memuat muatan penuh. Hal ini karena pada proses aktualnya kapal membongkar untuk mengembalikan peti kemas dari daerah timur ke Kota Surabaya sedangkan untuk kapal muat memerlukan muatan dari Kota Surabaya ke daerah timur Indonesia yang seringkali berupa bahan makanan. Bentuk verifikasi *demand* bongkar dan muat berturut-turut ditunjukkan pada Tabel 5.2 dan 5.3.

Tabel 5.2 Verifikasi jumlah *demand* muat model simulasi dengan *read write*

Demand Muat															
No.	Container Yard (CY)							Trucking Loss (TL)							Total Demand Muat
	20 Inch			40 Inch			Total CY	20 Inch			40 Inch			Total TL	
	FL	MT	Total 20	FL	MT	Total 40		FL	MT	Total 20	FL	MT	Total 40		
1	0	0	0	0	0	0	0	48	0	48	0	0	0	48	48
2	0	0	0	0	0	0	0	62	7	69	0	0	0	69	69
3	35	0	35	0	0	0	35	20	0	20	0	0	0	20	55
4	0	0	0	0	0	0	0	81	0	81	0	0	0	81	81
5	95	0	95	0	0	0	95	56	0	56	0	0	0	56	151
6	0	0	0	0	0	0	0	105	0	105	0	0	0	105	105
7	24	0	24	0	0	0	24	14	0	14	0	0	0	14	38

Tabel 5.3 Verifikasi jumlah *demand* bongkar model simulasi dengan *read write*

Demand Bongkar															
No.	Container Yard (CY)							Trucking Loss (TL)							Total Demand Bongkar
	20 Inch			40 Inch			Total CY	20 Inch			40 Inch			Total TL	
	FL	MT	Total 20	FL	MT	Total 40		FL	MT	Total 20	FL	MT	Total 40		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	61	61	0	0	0	61	61
2	0	0	0	0	0	0	0	0	36	36	0	0	0	36	36
3	0	0	0	0	0	0	0	0	46	46	0	0	0	46	46
4	0	0	0	0	0	0	0	0	34	34	0	0	0	34	34
5	22	57	79	0	0	0	79	49	128	177	0	0	0	177	256
6	0	0	0	0	0	0	0	0	39	39	0	0	0	39	39
7	0	0	0	0	0	0	0	0	17	17	0	0	0	17	17

5.4.1.2 Verifikasi Proses Transfer

Dalam memverifikasi proses transfer model diatur untuk memperoleh *demand* CY sehingga *reach stacker* dapat bekerja dan proses transfer untuk mengangkut dapat bekerja. Proses transfer yang bekerja pada model terdiri dari 3 *resource* yaitu truk besar, truk standar, dan *forklift* dimana *forklift* bekerja ketika truk standar sedang digunakan dan truk besar hanya difungsikan untuk mengangkut muatan 40 Inch. Tabel 5.4 menampilkan bentuk verifikasi proses transfer dengan atribut peti kemas pada *reach stacker* dan status *resource* yang bekerja.

Tabel 5.4 Verifikasi proses transfer model simulasi dengan *read write*

Atribut Muat 40	Atribut Muat 20	Status Truk Besar	Status Truk Kecil	Status Forklift
1	28	1	0	0
0	27	0	1	0
0	26	0	1	1
0	25	0	1	0
0	24	0	1	1
0	23	0	1	1
0	22	0	1	1
0	21	0	1	1
0	20	0	1	0
0	19	0	1	1
0	18	0	1	1
0	17	0	1	0

Pada proses kerja truk standard dan *forklift*, mekanisme tidak terlihat jelas pada verifikasi di Tabel 5.4. Hal ini karena model diberi modul *hold* sehingga ketika peti kemas sudah terambil lebih dulu, *forklift* dapat bersiap untuk mengambil muatan selanjutnya. Secara umum, *forklift* hanya bekerja ketika truk sedang bekerja karena prioritas transfer difokuskan untuk truk karena kecepatan transfer yang lebih efektif. Pada Tabel 5.4 dapat terlihat ketika status truk tidak aktif, maka *forklift* tidak berjalan.

5.4.1.3 Verifikasi Stok Loading dan Unloading

Stok peti kemas di *container yard* pada pelabuhan dibagi menjadi dua, yaitu stok peti kemas untuk muat kapal (*loading container yard*) dan stok peti

kemas hasil bongkar (*unloading container yard*) yang areanya dibagi merata antara peti kemas berukuran 20 Inch dan 40 Inch. Dalam sistem penumpukkan peti kemas juga terdapat istilah pelabuhan, yaitu *row*, *bay* dan *tier*. Dalam pengaturan *row* dan *bay* di model menggunakan sistem unit dan area, sedangkan untuk sistem *tier* atau penumpukkan diatur pada unit dengan perhitungan luasan maksimum yang dapat ditangani oleh *container yard*. Untuk *container yard* muat dengan kapasitas area sebesar 10000 m² mampu menampung peti kemas berukuran 20 Inch sebanyak 1014 *container* dengan maksimum *tier* sebanyak 3 tumpuk dan 40 Inch sebanyak 336 *container* dengan maksimum *tier* sebanyak 2 tumpuk. Sehingga untuk peletakkan di lahan (tumpukkan paling bawah) berkapasitas sebesar 338 dan 118 peti kemas untuk masing-masing ukuran. Apabila terdapat lahan kosong tanpa tumpukan maka peti kemas apapun dapat masuk ke *container yard* sehingga kapasitas dapat melebihi awalnya tetapi area tidak akan mencapai lebih dari kapasitas area yang disediakan.

Tabel 5.5 Verifikasi *update* stok peti kemas muat dan bongkar dengan *read write*

Current Time	Proses Muat			Current Time	Proses Bongkar		
	CY Loading Unit 20	CY Loading Unit 40	CY Loading Area		CY Unloading Unit 20	CY Unloading Unit 40	CY Unloading Area
0	1014	336	9985.554	0	506	168	4992.777
1	1014	336	9985.554	1	506	168	4992.777
2	1014	336	9985.554	2	505	168	4992.777
3	1014	336	9985.554	3	504	168	4992.777
4	1014	336	9985.554	4	503	168	4992.777
395	289	337	9261.8729 9999999	426	169	168	4992.777
403	291	339	9350.9829 9999999	427	168	168	4978.008
404	291	339	9350.9829 9999999	428	167	168	4963.239
405	292	339	9365.6619 9999999	429	166	168	4948.47
406	292	339	9365.6619 9999999	430	165	168	4933.701

Pada Tabel 5.5 jumlah awal peti kemas ialah sebesar 1014 dan 336 buah untuk 20 dan 40 berturut-turut, ketika unit 20 mencapai angka dibawah 339, maka peti kemas yang berkurang akan turut mengurangi luasan lahan dari *container yard* demikian pula dengan peti kemas 40 ketika memasuki lahan yang kosong akan menambah kapasitas lahan dari *container yard* untuk muat. Untuk *container yard* hasil bongkar, permodelan yang dibuat serupa dengan permodelan *update*

stok untuk muat akan tetapi kapasitas yang berbeda yaitu sebesar 5000 m². Dengan kapasitas lahan dan aturan tumpuk yang sama, diperoleh maksimum peti kemas yang berada di lahan langsung untuk peti kemas berukuran 20 dan 40 berturut-turut sebesar 169 dan 84 dengan total kapasitas sebesar 507 dan 168 peti kemas.

Verifikasi untuk *semantic error* pada sistem lain tidak dapat dilakukan dengan *readwrite* karena kompleksitas sistem yang melibatkan hubungan antara sub-sistem yang lain tanpa ada parameter yang dapat terbaca dalam satu jalur. Verifikasi ini dapat dilakukan dengan memantau *variable window* yang dibuat untuk tiap atribut, variabel, *resource*, dan hal-hal lain yang terdapat di dalam sistem. Hasilnya diperoleh tidak ada pergerakan variabel atau atribut yang berada di luar logika sistem sehingga dapat disimpulkan tidak ada *semantic error* yang terjadi pada model.

5.4.2 Proses Validasi Model

Proses validasi merupakan proses pengecekan model simulasi terhadap sistem aktual (sistem sebenarnya). Dalam hal ini, proses validasi dilakukan dengan melakukan uji hipotesis *one sample student's t-test* untuk melihat apakah model simulasi memiliki perbedaan yang signifikan atau tidak dengan sistem aktual. Dalam hal ini digunakan perbandingan dari *output* yang diharapkan berupa produktivitas *running* model simulasi selama 1 tahun dengan 5 replikasi dan dibandingkan dengan produktivitas rata-rata sistem aktual selama 1 tahun. Produktivitas yang digunakan ialah *Box Ship Hour* (BSH) yang diperoleh dengan membagi jumlah peti kemas baik bongkar maupun muat dengan lama kapal di dermaga (*berthing time*) untuk tiap kapal. Untuk memperoleh rata-rata selama 1 tahun, BSH tiap kapal di jumlah dan dibagi dengan jumlah kapal yang keluar selama 1 tahun.

$$BSH = \frac{Total (B+M)}{Berthing Time}$$

$$Avg. BSH = \frac{Total BSH}{Total kapal keluar}$$

Dengan perhitungan, diperoleh produktivitas kegiatan bongkar muat kapal selama 1 tahun pada model dan eksisting yang ditunjukkan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil *output* B/S/H simulasi selama 1 tahun dengan 5 replikasi

Replikasi	Produktivitas (B/S/H)	
	Simulasi	Eksisting
1	5.3883	6.45842
2	6.9276	
3	5.8365	
4	4.9001	
5	5.0109	
Avg	5.61268	
Std	0.8214873	

Dengan rata-rata dan standar deviasi yang diperoleh selama 5 replikasi dilakukan, selanjutnya proses validasi dilakukan dengan *one sample t-test* dengan kriteria hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$ (tidak ada perbedaan yang signifikan antara sampel dan data acuan)

$H_A : \mu_1 \neq \mu_2$ (ada perbedaan signifikan antara sampel dan data acuan)

Dengan hipotesis yang digunakan maka selanjutnya proses validasi dilakukan dengan mengecek jika hipotesis awal (H_0) diterima yang menunjukkan bahwa model simulasi merepresentasikan sistem aktual berdasarkan *output*-nya. Tabel 5.7 menunjukkan bentuk perhitungan statistik *one sample t-test* yang dilakukan.

Tabel 5.7 Hasil perhitungan uji statistik dengan *one sample t-test*

One Sample t-test

N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	T	P	T Crit
5	5.613	0.821	0.367	(4.593, 6.663)	-2.302	2.302	0.083	2.7765

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% diperoleh titik bawah (LB) dan titik atas (UB) sebesar (4.593, 6.663) dimana rata-rata eksisting diterima. Selain itu, nilai $|T| < T \text{ crit}$ dan $P > 0.05$ dimana T diperoleh dengan formula sebagai berikut.

$$T = \frac{\text{Mean} - \mu}{S/\sqrt{N}}$$

Nilai T crit diperoleh dari tabel distribusi t dengan $\alpha/2 = 0.025$ dan $df = 4$ seperti pada subbab 5.3. Nilai P juga berada di atas α sebesar 0.083 maka H_0 diterima dan model dapat dinyatakan valid.

5.5 Desain Eksperimen dan Analisa Output

Pada subbab ini akan ditampilkan hasil dari penerapan skenario pada model simulasi yang telah dibuat. Skenario untuk eksperimen dapat dilakukan apabila model simulasi telah terverifikasi dan tervalidasi yang telah ditunjukkan pada subbab sebelumnya. Skenario yang dibangkitkan ada 2, skenario pertama mengubah jumlah *crane* pelabuhan. Sedangkan skenario kedua menambah jumlah *reach stacker* dimana pada model dilakukan dengan mempercepat performa kerja *reach stacker*. Berikut hasil dari eksperimen yang telah dilakukan dengan kedua skenario yang digunakan.

5.5.1 Desain Skenario 1

Pada skenario 1, dilakukan penambahan *crane* sebanyak 4 kali, yaitu menambah *crane* 1 buah, 2 buah, 3 buah, dan 4 buah. Karena sifat sistem yang hanya dapat mengalokasikan *crane* sebanyak 10 buah sedangkan di kondisi eksisting sebanyak 6 buah, maka dilakukan percobaan sebanyak 4 kali untuk meningkatkan produktivitas pelabuhan. Proses penambahan *crane* dilakukan dengan menambah kapasitas *resource* dari *crane* dengan asumsi performa yang serupa. Berikut hasil *output* dari tiap percobaan yang dilakukan sebanyak 5 kali replikasi dan perbandingan dengan kondisi awal pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil produktivitas dan utilitas *running* simulasi untuk skenario penambahan *crane* dengan 5 replikasi

Replikasi	Produktivitas (B/S/H)					Utilitas Dermaga		
	Awal	Crane + 1	Crane + 2	Crane + 3	Crane + 4	Awal	Crane + 1	Crane + 2
1	5.3883	6.0919	4.8808	5.0966	5.0966	0.2185	0.2002	0.2299
2	6.9276	7.7505	7.654	7.654	7.654	0.1835	0.1586	0.1582
3	5.8365	5.9842	6.6327	6.6327	6.6327	0.2215	0.2236	0.1798
4	4.9001	7.8979	7.8876	7.8876	7.8876	0.2144	0.1662	0.1664
5	5.0109	5.9586	5.8219	5.8395	5.8395	0.2362	0.2225	0.2055
Avg	5.61268	6.73662	6.5754	6.62208	6.62208	0.21482	0.19422	0.18796
Std	0.821487341	0.995444467	1.257771988	1.183853161	1.183853161	0.019341587	0.030629267	0.029511405

Tabel 5.8 Hasil produktivitas dan utilitas *running* simulasi untuk skenario penambahan *crane* dengan 5 replikasi (lanjutan)

Replikasi	Utilitas Dermaga		Utilitas Crane				
	Crane + 3	Crane + 4	Awal	Crane + 1	Crane + 2	Crane + 3	Crane + 4
1	0.2285	0.2285	0.259	0.211	0.2149	0.1905	0.1715
2	0.1582	0.1582	0.2886	0.1727	0.1503	0.1336	0.1202
3	0.1798	0.1798	0.277	0.2391	0.168	0.1493	0.1344
4	0.1664	0.1664	0.2435	0.1773	0.1546	0.1374	0.1236
5	0.2045	0.2045	0.2746	0.2381	0.1905	0.1699	0.1529
Avg	0.18748	0.18748	0.26854	0.20764	0.17566	0.15614	0.14052
Std	0.028866018	0.028866018	0.017526494	0.031898871	0.026950566	0.023854	0.021504

5.5.2 Desain Skenario 2

Pada skenario 2, dilakukan penambahan jumlah *reach stacker* sebanyak 1 buah dan 2 buah. Melihat kondisi eksisting dimana kapal tidak pernah menunggu terlalu lama karena peti kemas yang belum siap sehingga penambahan *reach stacker* tidak mengubah kondisi sistem secara signifikan. Berbeda halnya dengan penambahan *crane* karena langsung berpengaruh pada layanan yang dilakukan. Berikut hasil dari penambahan jumlah *reach stacker* di pelabuhan dibandingkan dengan kondisi aktual pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Hasil produktivitas dan utilitas *running* simulasi untuk skenario penambahan *reach stacker* dengan 5 replikasi

Replikasi	Produktivitas (B/S/H)			Utilitas Dermaga	
	Awal	RS + 1	RS + 2	Awal	RS + 1
1	5.3883	6.3565	5.3783	0.2185	0.2032
2	6.9276	5.3234	6.0023	0.1835	0.2376
3	5.8365	5.7202	5.7056	0.2215	0.2193
4	4.9001	6.1102	5.0765	0.2144	0.2087
5	5.0109	6.1437	5.9721	0.2362	0.2093
Avg	5.61268	5.9308	5.62696	0.21482	0.21562
Std	0.821487341	0.409883636	0.397185093	0.019341587	0.01358996

Tabel 5.9 Hasil produktivitas dan utilitas *running* simulasi untuk skenario penambahan *reach stacker* dengan 5 replikasi (lanjutan)

Replikasi	Utilitas Dermaga	Utilitas Crane		
	RS + 2	Awal	RS + 1	RS + 2
1	0.2097	0.259	0.2372	0.2396
2	0.2049	0.2886	0.2865	0.2524
3	0.2311	0.277	0.2771	0.2919
4	0.235	0.2435	0.2477	0.28
5	0.2111	0.2746	0.2501	0.2462
Avg	0.21836	0.26854	0.25972	0.26202
Std	0.013675452	0.017526494	0.020996476	0.022702247

BAB 6

ANALISA DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini akan dilakukan analisis dan interpretasi terkait hasil pengolahan data pada bab sebelumnya yang terdiri dari analisis skenario 1, analisis skenario 2, analisis pengaruh skenario terhadap produktivitas pelabuhan, serta analisis skenario terhadap biaya.

6.1 Analisis Skenario 1

Skenario Pertama merupakan skenario penambahan *crane* dimana pada bab sebelumnya telah dilakukan percobaan sebanyak 4 kali dengan penambahan *crane* mulai dari 1 pada percobaan pertama hingga 4 buah pada percobaan ke 4. Dari hasil yang diperoleh dengan *running* simulasi selama 1 tahun dan replikasi sebanyak 5 kali, pada penambahan 1 buah *crane*, produktivitas sistem meningkat dengan rata-rata sebesar 6.737 box per jam. Hasil ini meningkat dari produktivitas sistem awal sebesar 5.613 box/jam dengan peningkatan sebesar 1.124 box/jam atau sebesar 20.025%. Dengan penambahan 2 buah *crane*, produktivitas sistem meningkat dari produktivitas awal menjadi sebesar 6.5754 box/jam sedangkan dengan penambahan 3 dan 4 *crane* memiliki produktivitas yang sama yaitu sebesar 6.6221 box/jam. Jika dilihat pada Tabel 5.8 sebelumnya, skenario dengan penambahan 3 dan 4 *crane* memiliki utilitas dermaga yang sama, sehingga hal ini menunjukkan kedatangan kapal mencapai kapasitas maksimal pada *input* dari data yang diperoleh. Sehingga dengan model yang ada, kapasitas 9 *crane* sudah mencapai batas maksimum dari model pelabuhan. Demikian pula jika dilihat pada skenario penambahan 1 *crane* dan 2 *crane* ternyata produktivitas sistem justru menurun, yang sangat terlihat perbedaannya pada replikasi pertama. Hal ini kemungkinan disebabkan karena antrian kapal untuk mendapat *crane* semakin tinggi. Meski *switch crane* diasumsikan tidak memerlukan waktu, tetapi kapal baru dapat memperoleh *crane* ketika kapal sudah selesai memproses bongkar atau muat 1 *container* sehingga jika diakumulasi selama setahun, produktivitasnya akan menurun yang tidak dapat dipantau secara langsung pada jalannya model karena pergerakan yang tidak pasti.

Untuk utilitas sumber daya, secara umum sudah dianggap sangat kecil yaitu hanya sebesar 20%. Hal ini disebabkan karena kedatangan kapal yang tidak pasti dimana terkadang kapal hanya datang sebanyak 1 hingga 2 kapal dalam jangka waktu yang lama ataupun kedatangan banyak kapal dalam satu waktu yang sama. Sehingga hal ini menyebabkan porsi kerja tiap *crane* tidak sama.

Tabel 6.1 menunjukkan frekuensi pekerjaan *crane* selama 1 tahun pada 5 replikasi. Karena tiap kapal dapat menerima lebih dari 2 *crane* selama tersedia, maka jumlah *crane* genap lebih banyak digunakan dibandingkan dengan *crane* ganjil. Untuk besar pekerjaan masing-masing *crane* dapat dihitung secara kumulatif dimana jika sistem bekerja dengan 2 *crane* maka *crane* pertama juga ikut bekerja, demikian seterusnya. Sehingga untuk *crane* yang pertama akan memiliki utilitas sebesar 52.28% sedang *crane* kedua sebesar 41.05%, dan seterusnya. Sehingga diperoleh rata-rata utilitas *crane* pada kondisi awal sebesar 25.895%. Meski utilitas *crane* sangat kecil, untuk penambahan produktivitas, *crane* perlu ditambah pada beberapa bulan kritis akibat peningkatan *demand* yang akan dibahas pada Subbab 6.3.

Dengan 4 alternatif yang ada pada skenario penambahan *crane* akan dilakukan uji statistik pada 2 percobaan pertama yang memiliki performa berbeda satu sama lain dengan menggunakan *two samples student's t-test* untuk dilihat penambahan produktivitas terjadi secara signifikan atau tidak dengan kondisi awal.

Dalam melakukan uji hipotesis dengan *two sample t-test* digunakan hipotesis sebagai berikut.

$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$ (tidak ada perbedaan yang signifikan antara sampel pertama dan kedua)

$H_A : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ (ada perbedaan signifikan antara sampel pertama dan kedua)

Hasil uji hipotesis dengan *two sample t-test* ditunjukkan pada Tabel 6.2 dan 6.3 untuk penambahan *crane* 1 buah dan 2 buah berturut-turut menggunakan *software minitab*.

Tabel 6.1 Frekuensi kerja *crane* selama 1 tahun dengan 5 replikasi

Jumlah Crane	Replikasi 1			Replikasi 2			Replikasi 3			Replikasi 4			Replikasi 5		
	Busy	Failed	Idle	Busy	Failed	Idle	Busy	Failed	Idle	Busy	Failed	Idle	Busy	Failed	Idle
1 Crane	11.53%	17.48%	29.94%	13.58%	16.14%	31.08%	11.27%	15.27%	26.88%	12.30%	15.61%	30.82%	10.87%	15.82%	29.89%
2 Crane	17.47%			20.43%			20.81%			21.84%			19.08%		
3 Crane	4.52%			4.99%			5.84%			3.22%			4.78%		
4 Crane	7.02%			8.14%			9.66%			6.86%			5.77%		
5 Crane	4.98%			2.24%			4.50%			3.08%			4.48%		
6 Crane	7.06%			3.40%			5.77%			6.27%			9.31%		
Total	52.58%			52.78%			57.85%			53.57%			54.29%		

Tabel 6.2 Hasil perhitungan uji statistik skenario penambahan 1 *crane* dengan *two sample t-test*

Crane + 1

Sample

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
Awal	5	5.613	0.821	0.367
Crane +1	5	6.737	0.995	0.45

Two Sample t-test							
Xa-Xb	Sab	95% CI	T	t	Df	P	T Crit
1.124	0.912	(-2.489, 0.241)	-1.95	1.95	8	0.087	2.306

Tabel 6.3 Hasil perhitungan uji statistik skenario penambahan 2 *crane* dengan *two sample t-test*

Crane + 2

Sample

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
Awal	5	5.613	0.821	0.367
Crane +2	5	6.58	1.26	0.56

Two Sample t-test							
Xa-Xb	Sab	95% CI	T	t	Df	P	T Crit
0.967	1.063	(-2.607, 0.681)	-1.44	1.44	8	0.19	2.306

Pada kedua hasil uji statistik dengan tingkat kepercayaan 95% diperoleh kesimpulan H_0 diterima untuk tiap percobaan yang diuji. Meski pada penambahan *crane* sebanyak 1 buah terjadi peningkatan produktivitas sebesar 20%, menurut uji statistik, peningkatan ini kurang signifikan sehingga untuk melihat jika peningkatan benar-benar tidak signifikan, tingkat kepercayaan diturunkan menjadi 90% dengan tingkat *error* I untuk menolak H_0 yang benar akan semakin tinggi. Tabel 6.3 menunjukkan perhitungan dengan tingkat kepercayaan 90%.

Tabel 6.4 Hasil perhitungan uji statistik skenario penambahan 1 *crane* dengan *two sample t-test* pada tingkat kepercayaan 90%

Crane + 1

Sample

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
Awal	5	5.613	0.821	0.367
Crane +1	5	6.737	0.995	0.45

Two Sample t-test							
Xa-Xb	Sab	90% CI	T	t	Df	P	T Crit
1.124	0.912	(-2.197, -0.051)	-1.95	1.95	8	0.087	1.8595

Dengan tingkat kepercayaan sebesar 90% yang berbeda hanya pada T Crit pada tabel dan *Interval*, H_0 ditolak dengan $|t| > T_{crit}$ dan $P < \alpha$ dimana α sebesar 0.1 sehingga dapat disimpulkan penambahan 1 *crane* menghasilkan peningkatan yang signifikan dari kondisi awal dengan tingkat kepercayaan 90%. Pada penambahan 2 *crane*, *confidence* sebesar 90% tetap akan menerima H_0 karena $P > 0.1$ maka tidak perlu dilakukan percobaan lagi.

6.2 Analisis Skenario 2

Pada skenario kedua, dilakukan penambahan jumlah *crane* sebanyak 1 dan 2 buah. Percobaan hanya dilakukan sebanyak 2 kali karena pada awalnya performa *reach stacker* sudah mampu mengatasi jumlah permintaan dari sistem tanpa menyebabkan *holding* yang cukup lama akibat kekurangan muatan. Selain itu, pekerjaan *reach stacker* hanya ditempatkan pada *container yard* khusus muat karena membutuhkan prioritas utama dalam penurunan peti kemas. Sehingga pekerjaan *reach stacker* hanya terganggu akibat sub-sistem proses eksternal untuk peti kemas masuk dan ketersediaan dari penampungan sementara. Untuk ketersediaan peti kemas dari eksternal, tidak pernah terjadi kekurangan mengikuti bentuk pergerakan peti kemas masuk dari luar yang terus datang pada periode singkat pada sistem aktual. Berbeda halnya dengan kapasitas penampungan sementara yang hanya mampu menumpuk peti kemas sebanyak 75 buah (diasumsikan sama untuk 2 jenis), dimana kecepatan kerja *reach stacker* jauh lebih cepat dibandingkan dengan *crane* sehingga penambahan *reach stacker* tidak akan berpengaruh terlalu besar terhadap performa pelabuhan. Pada percobaan peningkatan jumlah *reach stacker* sebanyak 1 dan 2 buah pada Tabel 5.9 diperoleh peningkatan produktivitas yang tidak signifikan. Untuk menguji signifikansi sampel, dilakukan uji statistik juga seperti pada skenario pertama dengan tingkat kepercayaan 90%.

Tabel 6.5 Hasil perhitungan uji statistik skenario penambahan 1 *reach stacker* dengan *two sample t-test*

RS +1							
Sample							
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean			
Awal	5	5.613	0.821	0.367			
RS +1	5	5.931	0.41	0.18			
Two Sample t-test							
Xa-Xb	Sab	90% CI	T	t	df	P	T Crit
0.318	0.649	(-1.082, 0.445)	-0.775	0.775	8	0.461	1.8595

Tabel 6.6 Hasil perhitungan uji statistik skenario penambahan 2 *reach stacker* dengan *two sample t-test*

RS + 2							
Sample							
Sample	N	Mean	StDev	SE Mean			
Awal	5	5.613	0.821	0.367			
RS + 2	5	5.627	0.397	0.18			
Two Sample t-test							
Xa-Xb	Sab	90% CI	T	t	df	P	T Crit
0.014	0.645	(-0.773, 0.745)	-0.034	0.034	8	0.973	1.8595

Pada hasil uji statistik dapat dilihat hasil dari kedua percobaan untuk skenario penambahan *reach stacker* mengalami peningkatan yang sangat tidak signifikan. Hal ini terlihat dari nilai $|t|$ yang jauh dibawah T crit dan nilai P yang jauh di atas $\alpha=0.1$. Sehingga skenario ini tidak perlu dilakukan.

6.3 Analisis Pengaruh Skenario terhadap Produktivitas Pelabuhan

Dari hasil perhitungan uji statistik pada Skenario Pertama dan Kedua, peningkatan signifikan hanya terjadi pada peningkatan jumlah *crane* sebanyak 1 buah saja sedangkan untuk penambahan *reach stacker* baik pada percobaan penambahan 1 buah maupun 2 buah tidak menghasilkan peningkatan yang berarti. Dalam hal ini, skenario peningkatan 1 buah *crane* dipilih sebagai alternatif untuk perbaikan sistem bongkar muat pelabuhan. Kombinasi 2 skenario tidak menghasilkan *output* yang diharapkan yang justru menghasilkan penurunan produktivitas dibandingkan hanya dengan penambahan *crane* saja. Sehingga

alternatif kombinasi 2 skenario tidak dilakukan. Dalam penerapan skenario, melihat kapal bersifat eksponensial yang meningkat seiring bertambahnya waktu, maka perlu ditentukan periode dimana *demand* mengalami peningkatan tertinggi selama 1 tahun. Hal ini juga untuk menentukan keputusan keperluan beli atau sewa *crane* untuk menerapkan skenario selama periode simulasi. Tabel 6.6 menunjukkan bentuk persebaran *demand* untuk tiap bulan selama 1 tahun periode simulasi.

Tabel 6.7 Perhitungan *Box Ship Hour* tiap bulan untuk kondisi jumlah *crane* 6 buah

Bulan	Total B+M	Avg Port Time	Kapal Keluar	B/S/H
Januari	6332	48.85762826	39	3.323104
Februari	4655	39.48890515	33	3.572158
Maret	3133	32.21537824	27	3.601914
April	7047	28.54369495	40	6.172116
Mei	3877	27.09503761	28	5.110319
Juni	4021	25.80435215	35	4.452184
Juli	5377	26.28768233	38	5.382749
Agustus	5719	30.20591764	42	4.507947
September	5116	29.50255942	30	5.780289
Oktober	3232	28.11924788	28	4.104967
November	4562	28.84389919	33	4.792779
Desember	6448	29.96604741	38	5.662549
Average				4.705256

Pada Tabel 6.7, *demand* terbanyak terdapat pada Bulan Januari, April, Agustus, dan Desember sehingga dilakukan alternatif penambahan *crane* pada 4 bulan tersebut. Sehingga berdasarkan analisa skenario 1 pada Subbab 6.1 bahwa peningkatan produktivitas sebesar 20%, diperoleh hasil pada Tabel 6.8.

Tabel 6.8 menunjukkan performa pelabuhan dalam memenuhi *demand*. Pada kondisi awal, *demand* yang tertunda tiap bulan selalu ada, sehingga menambah beban pelabuhan untuk memenuhi permintaan dari periode saat itu dan periode sebelumnya. Dengan penambahan *crane*, jumlah *demand* tertunda dapat berkurang dan tidak ada permintaan yang tidak terpenuhi untuk tahun selanjutnya.

Tabel 6.8 Hasil perhitungan prforma Bongkar/Muat kondisi awal dan perbaikan

Bulan	Total	Total (B+M)	Akumulasi Demand	Akumulasi Total B+M	Demand Extended	Performa awal	Performa Perbaikan	Time Berthing	Kemampuan (B+M)	Total (B+M)	Akumulasi (B+M) Perbaikan	Demand Extended
Januari	7322	6332	7322	6332	990	3.3231039	3.98772466	1905.4475	7598	7322	7322	0
Februari	4389	4655	11711	10987	724	3.5721579	3.57215794	1303.13387	4655	4389	11711	0
Maret	2963	3133	14674	14120	554	3.6019145	3.60191447	869.815212	3133	2963	14674	0
April	7259	7047	21933	21167	766	6.1721161	7.40653935	1141.7478	8456	7259	21933	0
Mei	4063	3877	25996	25044	952	5.110319	5.11031901	758.661053	3877	3877	25810	186
Juni	4310	4021	30306	29065	1241	4.4521836	4.45218363	903.152325	4021	4021	29831	475
Juli	6399	5377	36705	34442	2263	5.3827492	5.38274916	998.931929	5377	5377	35208	1497
Agustus	5374	5719	42079	40161	1918	4.5079467	5.40953604	1268.64854	6862	6862	42070	9
September	5263	5116	47342	45277	2065	5.7802895	5.78028946	885.076783	5116	5116	47186	156
Oktober	3181	3232	50523	48509	2014	4.1049665	4.10496653	787.338941	3232	3181	50367	156
November	4592	4562	55115	53071	2044	4.7927787	4.79277865	951.848673	4562	4562	54929	186
Desember	6858	6448	61973	59519	2454	5.662549	6.79505875	1138.7098	7737	7044	61973	0
Total	61973	59519							64626	61973		

6.4 Analisis Pengaruh Skenario terhadap Biaya

Berdasarkan data biaya yang diperoleh pada Tabel 4.4, 4.5, dan 4.6 untuk tarif dan biaya untuk operasional pelabuhan dilakukan 2 alternatif untuk penerapan skenario penambahan 1 buah *crane* dengan keputusan beli dan sewa. Keputusan sewa mengikuti aturan pada Subbab 6.3 dengan asumsi tidak terjadi *failure* pada *crane* baik untuk sewa maupun beli. Pendapatan yang diperoleh dan biaya awal yang dikeluarkan ditunjukkan pada Tabel 6.9 dan 6.10.

Untuk hasil percobaan skenario, komponen biaya bertambah untuk biaya bensin, biaya *maintenance*, serta biaya sewa atau beli *crane* dengan pengurangan biaya penalti dan berdasarkan percobaan tidak ada peti kemas tidak terlayani. Tabel 6.11 menunjukkan perhitungan biaya tambahan untuk keputusan sewa dan beli *crane* dengan jangka waktu 1 tahun. Dari hasil pendapatan dan biaya yang diperoleh pada Tabel 6.9, 6.10, dan 6.11 didapatkan keuntungan dari ketiga kondisi dengan pengurangan jumlah pendapatan dan biaya pada Tabel 6.12.

Dari hasil perhitungan pada tabel 6.12, dapat dilihat keuntungan yang diperoleh dengan sewa *crane* lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi awal dan keputusan beli *crane*. Sehingga keputusan sewa menjadi pilihan skenario terbaik untuk meningkatkan produktivitas pelabuhan serta mengurangi total biaya yang operasional yang dikeluarkan terutama akibat penalti dan pembatalan layanan.

Tabel 6.9 Total pendapatan dari simulasi selama 1 tahun

Pendapatan								
Komponen	Container Yard (CY)				Trucking Loss (TL)			
	20 Inch		40 Inch		20 Inch		40 Inch	
	FL	MT	FL	MT	FL	MT	FL	MT
B+M	13076	2385	9	1	22431	24029	23	19
Harga per bongkar	Rp10,247,857,340.00	Rp1,082,110,275.00	Rp10,582,920.00	Rp680,880.00	Rp11,893,252,665.00	Rp7,716,072,335.00	Rp18,300,640.00	Rp9,157,620.00
Harga penampungan/unit	Rp57,618,662,986.14							
Transshipment	Rp7,316,145,200.00		Rp7,098,000.00					
Registrasi muatan masuk CY	Rp541,135,000.00		Rp700,000.00					
Surcharge	Rp9,928,074,600.00							
Total Pendapatan	Rp106,389,830,461.14							

Tabel 6.10 Biaya pelabuhan selama 1 tahun pada kondisi awal

Jenis Biaya	Total
Handling Cost	Rp14,027,556,672.23
Holding Cost	Rp26,639,130,341.27
Crane Failure cost	Rp 1,719,918,000.00
Fuel Cost	Rp 2,065,762,980.00
Maintenance Cost	Rp 821,250,000.00
Gaji pegawai	Rp 7,904,414,400.00
Biaya listrik	Rp 1,398,961,623.77
Biaya penalty	Rp 1,798,500,000.00
Peti kemas tidak terlayani	Rp 1,129,324,537.39
Total Biaya	Rp57,504,818,554.67

Tabel 6.11 Biaya pelabuhan selama 1 tahun pada keputusan sewa dan beli *crane*

Biaya Sewa		Biaya Beli	
Jenis Biaya	Total	Jenis Biaya	Total
Handling Cost	Rp 14,027,556,672.23	Handling Cost	Rp14,027,556,672.23
Holding Cost	Rp 26,639,130,341.27	Holding Cost	Rp 26,639,130,341.27
Crane Failure cost	Rp 1,719,918,000.00	Crane Failure cost	Rp 1,719,918,000.00
Fuel Cost	Rp 2,179,379,943.90	Fuel Cost	Rp 2,410,056,810.00
Maintenance Cost	Rp 839,700,000.00	Maintenance Cost	Rp 876,000,000.00
Gaji pegawai	Rp 7,904,414,400.00	Gaji pegawai	Rp 7,904,414,400.00
Biaya listrik	Rp 1,398,961,623.77	Biaya listrik	Rp 1,398,961,623.77
Biaya penalty	Rp 266,500,000.00	Biaya penalty	Rp -
Peti kemas tidak terlayani	Rp -	Peti kemas tidak terlayani	Rp -
Biaya sewa Crane	Rp 720,000,000.00	Biaya beli Crane	Rp 6,933,002,766.06
Total Biaya	Rp55,695,560,981.17	Total Biaya	Rp61,909,040,613.33

Tabel 6.12 Keuntungan yang diperoleh pelabuhan dengan 3 kondisi selama 1 tahun simulasi

Skenario	Pendapatan	Biaya	Keuntungan
Kondisi awal	Rp106,389,830,461.14	Rp57,504,818,554.67	Rp48,885,011,906.47
Sewa Crane		Rp55,695,560,981.17	Rp50,694,269,479.97
Beli Crane		Rp61,909,040,613.33	Rp44,480,789,847.81

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan kesimpulan yang akan menjawab tujuan yang telah ditentukan serta saran untuk perbaikan atau pengembangan penelitian selanjutnya.

7.1 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan dan analisa data yang dilakukan dapat dilakukan penarikan kesimpulan sebagai berikut :

1. Model konseptual dan model simulasi untuk proses bongkar/muat peti kemas di Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak telah dibangun dengan kondisi yang sama dengan sistem aktual dan menggunakan penerapan asumsi dimana dalam model tidak mengandung faktor-faktor lain pada sistem aktual seperti pengaruh cuaca, *allowance* pekerja, serta pergantian *shift selama periode* simulasi berjalan. Model juga telah dikembangkan dengan skenario peningkatan jumlah *resource crane* sebanyak 1 buah dengan peningkatan produktivitas yang berpengaruh pada pengurangan jumlah peti kemas tertunda dan peti kemas tak terlayani.
2. Berdasarkan hasil *running* model simulasi, diperoleh penambahan *crane* sebanyak 1 buah yang menghasilkan peningkatan produktivitas dari sistem bongkar/muat Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak selama 1 tahun. Berdasarkan pertimbangan biaya, diambil keputusan sewa *crane* selama 4 bulan yaitu pada Bulan Januari, April, Agustus, dan Desember untuk bentuk *demand* yang dihasilkan pada model dengan total keuntungan meningkat menjadi Rp50,694,269,479.97 dari kondisi awal sebesar Rp48,885,011,906.47. Keputusan sewa *crane* pada keempat bulan didasarkan pada jumlah permintaan bongkar dan muat terbesar selama periode 1 tahun dan dapat dijadikan acuan untuk sistem secara aktual dengan bentuk pergerakan *demand* yang berbeda tiap tahunnya.

3. Berdasarkan percobaan desain eksperimen pada model simulasi dengan mengubah-ubah jumlah variabel keputusan pada model, diperoleh variabel kritis yang mempengaruhi *service level* dari layanan bongkar/muat peti kemas Terminal Jamrud Selatan Pelabuhan Tanjung Perak ialah jumlah *crane*. Penambahan *crane* yang berlebih akan menghasilkan produktivitas yang menurun karena terbatas oleh *interval* kedatangan kapal dan keterbatasan jumlah dermaga yang dimiliki oleh Pelabuhan Tanjung Perak. Penambahan *reach stacker* tidak menghasilkan peningkatan yang berarti yang terbukti dengan analisa statistik. Penambahan jumlah *forklift* juga tidak menghasilkan peningkatan produktivitas pelabuhan, sehingga variabel kritis yang mempengaruhi *service level* secara langsung merupakan jumlah *crane* dan jumlah dermaga yang dimiliki oleh pelabuhan.

7.2 Saran

Adapun saran yang diberikan untuk perbaikan pada penelitian selanjutnya, yakni sebagai berikut.

1. Dalam pembuatan model simulasi, data perlu dikumpulkan selengkap-lengkapannya agar proses validasi model dapat berjalan dengan baik.
2. Agar analisa biaya lebih akurat, semua komponen biaya kritis untuk operasional perlu dikumpulkan dengan lebih detil berdasarkan informasi langsung dari objek amatan sehingga pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan lebih tepat.
3. *Range* pengumpulan data historis untuk *input* model simulasi sebaiknya dilakukan dengan jangka waktu 2-4 tahun agar akurasi data *input* pada model simulasi menjadi lebih tinggi, serta model dapat memprediksi pergerakan sistem di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Argeomerta, L., 2017. *Pengembangan Model Simulasi Diskrit untuk Menurunkan Demurrage Cost di Pelabuhan Khusus Minyak dan Gas*, 2017: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Barnabas, P. L. & Nirmalawati, 2005. Produktivitas Tenaga Kerja dan Peralatan terhadap Sistem bongkar Muat di Pelabuhan Pantoloan. *Jurnal SMARTek*, p. Vol.3 No. 4.
- Daellenbach, H. G. & McNickle, D. C., 2005. *Management Science: Decision Making through Systems Thinking*. 1st ed. New York: Palgrave Macmillan.
- Detik.com, 2017. *Sewa Crane JICT rugikan 83M*. [Online] Available at: <https://m.detik.com/finance/berita-ekonomi-bisnis/d-367212/sewa-crane-jict-rugikan-rp-83-m> [Diakses 6 Juni 2018].
- Ervianto, W. I., 2004. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta.
- Febriani, H., 2017. *Determining Number of Tanker for Avtur Distribution in Pertamina MOR V using Discrete Event Simulation*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ghosh, B. K., Harrell, C. & Bowden, R. O., 2004. *Simulation Using Promodel : Second Edition*. New York: McGraw Hill.
- HandBook, 2018. *Engineering Statistics Handbook : Two-Samplet-Test for Equal Means*. [Online] Available at: <https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/eda353.htm> [Diakses 13 Juni 2018].
- LaerdStatistics, 2018. *One-Sample T-Test using SPSS Statistics*. [Online] Available at: <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/one-sample-t-test->

[using-spss-statistics.php](http://www.using-spss-statistics.php)

[Diakses 13 Juni 2018].

Musfiroh, Z., 2013. *Model Optimasi Pengiriman Petikemas dengan Sistem Hub-and-Spoke untuk Menentukan Waktu Tercapainya Kapasitas Maksimum Pelabuhan New Sorong*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Nugraha, A., 2016. *Jenis Peti Kemas*. [Online]
Available at: <http://www.arthanugraha.com/mengenal-peti-kemas-kontainer/>
[Diakses 1 Juni 2018].

Nurminarsih, S., 2015. *Pengembangan Model dan Algoritma Dynamic-Inventory Ship Routing Problem (D-ISRP) dengan Mempertimbangkan Tingkat Kesibukan Pelabuhan.*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Pelindo, 2018. *Cabang Perusahaan*. [Online]
Available at: <https://www.pelindo.co.id/profil-perusahaan/cabang-anak-perusahaan/cabang-perusahaan/q/tanjung-perak>
[Diakses 24 Maret 2018].

Pelindo, 2018. *Profil Perusahaan*. [Online]
Available at: <https://www.pelindo.co.id/profil-perusahaan/tentang-kami>
[Diakses 2018 Maret 24].

Rohmana, L., 2016. *Analisis Jumlah Blok Twin-Automatic Stacking Cranes dengan Mempertimbangkan Turnaround Time Kapal pada Pelabuhan Teluk Lamong melalui Pendekatan Simulasi*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

TPS, 2017. *Tarif Layanan*. [Online]
Available at: <http://www.tps.co.id/id-id/document-download/listing/2017/05/12/14/40/tariff-adjustment-for-international>
[Diakses 1 Juni 2018].

Wignjosuebrotto, S., 2000. *Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja dalam Ergonomi Industri Gerakan dan Waktu*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

LAMPIRAN

DATA BONGKAR/MUAT BULAN JANUARI

NO	NAMA KAPAL (JANUARI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
1	HAPPY STAR I ,KM	2	0	95	24	121	71	0	56	0	127					0.0					0	8	9
2	CALYPSO eks SETIA					0					0	25	1			26.0	80	14			94	6	8
3	TIKALA, KM					0	39		46		85	17				17.0	62		5		67	3	3
4	MULTI KARYA I, KM					0					0	84				84.0	20				20	10	14
5	MULTI KARYA I, KM	21		26		47	22		27	4	53					0.0					0	7	9
6	MEGAH PACIFIC, KM					0					0	10				10.0	25	6			31	4	10
7	SAKURA 09, KM					0					0	8	4			12.0	42	8			50	3	5
8	MULTI MANDIRI, KM	7		42	2	51	41		4		45	54				54.0	47	1			48	8	9
9	MENTARI PERDANA, KM					0					0	44				44.0	38				38	1	1
10	FREEDOM, KM					0					0	74				74.0	39				39	5	6
11	CARAKA JAYA NIAGA III 22, KM					0					0	68		3		71.0	34		6		40	2	2

DATA BONGKAR/MUAT BULAN JANUARI (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (JANUARI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
12	HAPPY STAR I ,KM					0					0	161	1			162.0	54	5			59	3	3
13	MULTI KARYA I, KM	17		67	2	86	13		2		15					0.0					0	3	3
14	NUSANTARA PELANGI - 101 Eks. XIN OU 5	82		54		136	14		64		78	192				192.0					0	22	29
15	CALYPSO eks SETIA					0					0	50				50.0	47	18			65	2	2

DATA BONGKAR/MUAT BULAN FEBRUARI

NO	NAMA KAPAL (FEBRUARI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
1	KM MULTI KARYA 1					0					0	82	2			84	35				35	5	8
2	KM MULTI MANDIRI	2		45		47	45		3		48					0					0	4	10

DATA BONGKAR/MUAT BULAN FEBRUARI (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (FEBRUARI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
3	KM MULTI MANDIRI					0				0	69	1			70	34				34	4	10	
4	CALYPSO eks SETIA	7				7	13		74	14	101	49			49	61	14			75	5	5	
5	HAPPY STAR I	10		115		125	72	4	50	2	128				0					0	7	9	
6	PERMATA 2, LCT					0				0	13	2	23		38					0	9	9	
7	SAKURA 09					0				0					0	38	6			44	2	3	
8	AYU 188 ,LCT					0	36		7		43				0					0	6	9	
9	AYU 168 ,LCT					0	28		9		37				0					0	6	10	
10	MENTARI PRAKARSA, KM	6		163		169	1		22		23	120			120	1				1	8	9	
11	JAVELIN eks SU PENG	74		96		170				0	157	1			158					0	7	8	
12	MENTARI PERDANA, KM	1		48		49	1		23		24	150			150	27				27	3	3	
13	SUPER 98 , LCT					0	38				38				0					0	5	5	

DATA BONGKAR/MUAT BULAN FEBRUARI (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (FEBRUARI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
14	KARYA SAMUDRA INDAH, LCT					0					0					0	29		7		36	3	12
15	MULTI KARYA I, KM	5		27		32	50		8	7	65	86				86	36	1			37	7	7
16	FREEDOM			27		27	1		81		82	72				72	83				83	5	6
17	CALYPSO eks SETIA					0	12		73	15	100	20	9			29	82	6			88	8	10
18	ELEGANCE eks FUJITOYO			127		127					0	100	1			101					0	7	8

DATA BONGKAR/MUAT BULAN MARET

NO	NAMA KAPAL (MARET 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour	
		CY					TL					CY					TL							
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL			
1	HAPPY STAR I					0					0	167					167	64	4			68	5	6
2	MULTI MANDIRI	5		54		59	27		7		34					0						0	7	14

DATA BONGKAR/MUAT BULAN MARET (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (MARET 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
3	MULTI MANDIRI					0					0					0					0	0	0
4	SAKURA 09, KM					0	2		46	13	61	38				38	18	10			28	3	7
5	PERMATA 7, LCT					0					0	2			46	48					0	2	13
6	CARAKA JAYA NIAGA III 22, KM			58		58	14		31		45					0					0	9	18
7	MENTARI PRAKARSA					0					0					0	41		7		48	3	6
8	PERMATA 2, LCT					0	32	2	4		38					0					0	4	8
9	NUSANTARA PELANGI 101					0					0	54		2		56					0	5	10
10	MULTI KARYA I, KM	15		22		37	55		1		56	71	2			73	34	2			36	6	9
11	PERMATA 2, LCT					0					0	14	6			20	5		10		15	5	7
12	KARYA SAMUDRA INDAH, LCT					0	3		4		7					0					0	2	5
13	CALYPSO eks SETIA					0	8	1	79	10	98	40				40	61	4			65	6	6
14	SAKURA 09					0			74		74	23	3			26	45	5			50	4	5

DATA BONGKAR/MUAT BULAN MARET (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (MARET 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
15	HAPPY STAR I	35		65		100	50		38		88					0					0	6	9
16	CARAKA JAYA NIAGA III 22					0					0	55				55	45				45	3	5
17	PERMATA 7, LCT					0	43		4		47					0					0	8	14
18	HAPPY STAR I					0					0	157	2			159	81	3			84	5	8
19	PERMATA 7, LCT					0					0					0	14		34		48	5	9
20	NUSANTARA PELANGI 101					0					0	42		1		43					0	7	5
21	MULTI KARYA I, KM	5		20	1	26	42	1	3		46					0					0	2	5
22	MENTARI PRAKARSA			56		56					0	45		3		48	2				2	4	5
23	MENTARI PRATAMA eks XIN HAI FU	70		109	1	0	3				3					0	101		10		111	4	6
24	PERMATA 2, LCT					0	30	1	10		41					0					0	6	8

DATA BONGKAR/MUAT BULAN APRIL

NO	NAMA KAPAL (APRIL 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
1	MULTI KARYA					0					0	82	6			88	36				36	6	8
2	PERMATA 2 LCT					0					0	7				7	19		5		24	3	5
3	CALYPSO eks SETIA					0	11		87	8	106					0					0	11	1
4	SAKURA 09					0	8		42	12	62	21	4			25	23	1			24	5	7
5	MULTI MANDIRI	5		31	1	37	43	1	3	3	50					0					0	6	12
6	MULTI MANDIRI					0					0	57	2			59	37	1			38	9	10
7	NUSANTARA PELANGI 101	2		61		63					0	42				42					0	4	6
8	FREEDOM			47		47	28		48		76	102				102	51				51	6	9
9	HAPPY STAR I	14		118	4	136	27		53	4	84					0					0	10	17
10	CARAKA JAYA NIAGA III 22	19		29		48	29		21		50					0					0	5	13
11	CALYPSO eks SETIA					0					0	40	1			41	37	4			41	5	6
12	PERMATA 7, LCT					0	33		6		39					0					0	6	10
13	MENTARI PRAKARSA, KM					0	9		6		15	63		6		69					0	4	11
14	MULTI KARYA I, KM			2	1	3	55		13	1	69					0					0	2	5

DATA BONGKAR/MUAT BULAN APRIL (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (APRIL 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
15	PERMATA 7, LCT					0					0					0	20	3	21		44	3	6
16	SAKURA 09					0	2		48	12	62					0					0	3	6
17	SAKURA 09					0					0	28	5			33	31	3			34	3	10
18	MULTI KARYA I, KM					0					0	104	6			110	24	1			25	6	7
19	NUSANTARA PELANGI 101	3		45		48					0	75				75					0	9	13
20	LIT ENTERPRISE			56	3	59	62	1	54	12	129					0					0	10	12
21	PERMATA 2, LCT					0	31	1	3	2	37					0					0	2	11
22	MULTI MANDIRI	10		44	3	57	33		1		34					0					0	6	15
23	CALYPSO eks SETIA				7	7	6		87	2	95					0					0	5	14
24	CALYPSO eks SETIA					0					0	33				33	33	7			40	3	9

DATA BONGKAR/MUAT BULAN MEI

NO	NAMA KAPAL (MEI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
1	HAPPY STAR I					0					0	142	8			150	80	2			82	8	9
2	MULTI MANDIRI					0					0	70	2			72	30				30	6	8
3	LIT ENTERPRISE					0					0	40				40	139	6			145	5	5
4	PERMATA 7, LCT					0	40		5		45					0	7	1	31		39	7	10
5	MULTI KARYA I	7		30	2	39	29		4		33					0					0	3	4
6	MULTI KARYA I					0					0	64	6			70	46				46	7	11
7	PERSADA X			24		24	23		24	3	50					0					0	5	15
8	MENTARI PERDANA, KM	1		48		49	1		23		24	150				150	27				27	6	8
9	MENTARI PRAKARSA, KM	23		55		78	6				6	63				63					0	4	5
10	FREEDOM	9		96		105	11		43		54	64		2		66	79				79	11	22
11	PERMATA 2, LCT	32		6		38					0					0					0	4	10
12	PERSADA X					0					0	20				20	56	2			58	8	12

DATA BONGKAR/MUAT BULAN MEI (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (MEI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
13	SAKURA 09			28	8	36			22	4	26	23	3			26	34	5			39	6	6
14	CALYPSO eks SETIA					0	7		74	15	96	29	10			39	58	6			64	5	6
15	MEGAH PACIFIC					0					0	25				25	30		20		50	12	16
16	PERMATA 2, LCT					0					0					0	15	1	22		38	4	10
17	PERMATA 7, LCT					0	49		3		52					0	11	1	25		37	6	9
18	NUSANTARA PELANGI 101	17		36		53					0	83				83					0	5	7
19	LIT ENTERPRISE	26		8		34	40	1	113	8	162					0					0	9	9
20	PERMATA 2					0					0	20		17		37					0	2	8
21	CARAKA JAYA NIAGA III 22	19		58		77	7				7					0					0	8	12
22	HAPPY STAR I	7	3	97	14	121	80		47	14	141					0					0	13	15
23	CARAKA JAYA NIAGA III 22					0					0	87				87	1				1	4	8
24	LIT ENTERPRISE					0					0	40				40	147	3			150	9	13

DATA BONGKAR/MUAT BULAN MEI (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (MEI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
25	MEGAH PACIFIC					0	1		42		43	20		2		22	19	1			20	4	7
26	PERSADA X					0	19		46	2	67					0					0	5	6
27	MENTARI PRAKARSA, KM					0	159		10		169					0					0	11	15
28	MULTI KARYA I	2		22		24	2		44		46					0					0	7	8
29	MENTARI PRAKARSA, KM					0					0	112		8		120	2				2	5	5
30	PERMATA 2					0	34	1	5		40					0	16	1	5		22	6	9

DATA BONGKAR/MUAT BULAN JUNI

NO	NAMA KAPAL (JUNI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
1	HAPPY STAR I					0					0	186	4			190	75	3			78	7	9
2	MEGAH PACIFIC					0	1		29		30	22				22	21				21	5	6
3	MULTI KARYA I					0					0	83				83	26	3			29	5	7
4	SAKURA 09					0	6		45		51	23	6			29	25	4			29	5	7
5	LCT PERMATA 7					0	28		4		32					0	21		14		35	6	7
6	KM. CALPSO				10	10	9		73	5	87	52	5			57	56	2			58	5	6
7	MEGAH PACIFIC					0	1		43		44	22				22	21				21	4	2
8	MULTI MANDIRI			6		6			77	6	83					0					0	5	9
9	MULTI MANDIRI					0					0	63	1			64	38	3			41	6	13
10	LIT ENTERPRISE					0	41		135	1	177					0					0	2	5

DATA BONGKAR/MUAT BULAN JUNI (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (JUNI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
11	KM CURUG MAS					0					0					0	16				16	2	4
12	LIT ENTERPRISE					0					0	40				40	163	3			166	3	5
13	LCT PERMATA 2					0	33		4		37					0					0	6	8
14	MEGAH PACIFIC					0	5		35	3	43	20				20	24				24	4	8
15	MULTI KARYA I	1		7	1	9	39		24	1	64					0					0	3	8
16	MULTI KARYA I					0					0	70				70	26	3			29	3	6
17	LCT PERMATA 2					0					0					0	39	1			40	3	8
18	HAPPY STAR I	10		13		23	32	1	220	10	263					0					0	13	19
19	CARAKA JAYA NIAGA III 22, KM	7		73		80					0					0					0	9	13

DATA BONGKAR/MUAT BULAN JUNI (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (JUNI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
20	MENTARI SEJAHTERA, KM					0	5				5	58				58	1				1	2	5
21	CALYPSO					0					0	55				55	56	10			66	5	8
22	LCT PERMATA 7					0	29	3	3	10	45					0	5		30		35	7	7
23	LOGISTIK NUSANTARA 1					0					0	93				93					0	2	4

DATA BONGKAR/MUAT BULAN JULI

NO	NAMA KAPAL (JULI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
1	SAKURA 09					0	9		35		44	29	4			33	27	9			36	7	9
2	HAPPY STAR I					0					0	172	5			177	68	2			70	5	8

DATA BONGKAR/MUAT BULAN JULI (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (JULI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
3	MENTARI PRAKARSA, KM	10		53		63	5		1		6	166				166	2				2	7	10
4	MULTI KARYA I		1	58		59	9		3	1	13					0					0	3	11
5	MULTI KARYA I					0					0	56	2			58	56				56	5	9
6	CURUG MAS, KM					0			14		14	54				54	19				19	4	5
7	LIT ENTERPRISE	51		16		67	12	2	123		137					0					0	9	14
8	FREEDOM	10		116	1	127	11				11	94				94	37				37	6	8
9	PERMATA 2, LCT					0	37		5		42					0					0	1	7
10	PERSADA X					0					0	20				20	50				50	3	7
11	MENTARI SEJAHTERA, KM	4		66		70					0	65				65	2				2	5	6
12	MENTARI PERDANA, KM	3		80		83			1		1					0					0	3	21

DATA BONGKAR/MUAT BULAN JULI (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (JULI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
13	ASIA SEJAHTERA					0	52				52	43				43					0	7	10
14	PERMATA 2, LCT					0					0	24	2	11		37					0	4	7
15	LIT ENTERPRISE					0					0	50				50	143	4			147	4	5
16	MEGAH PACIFIC					0	3		38		41	25				25	19				19	6	9
17	CALYPSO					0	1		91	10	102	32	10			42	59	7			66	6	7
18	SAKURA 09					0	3		55		58	30	7			37	30				30	6	12
19	PERMATA 7, LCT					0	34	3	6		43					0					0	4	6
20	MEGAH PACIFIC					0	11		5		16	20				20	39				39	5	7
21	PERMATA 7, LCT					0					0					0	28	1	17		46	4	10
22	MENTARI PRAKARSA					0	12		100		112	219				219	3				3	6	4

DATA BONGKAR/MUAT BULAN JULI (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (JULI 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
23	CURUG MAS					0			66		66	114	1			115					0	6	7
24	MULTI KARYA I	9		24		33		2	36		38					0					0	2	4
25	MULTI KARYA I					0					0	66				66	49	1			50	3	6
26	NUSANTARA PELANGI 101					0					0	71				71	3		1		4	3	6
27	CALYPSO					0	2		80	15	97	30	10			40	64	6			70	6	9
28	LOGISTIK NUSANTARA 1	39		79		118					0					0					0	4	14
29	PERMATA 2, LCT					0	34		5		39					0	12		20	4	36	7	9
30	MENTARI SEJAHTERA, KM					0	13		51		64	132	1			133	2				2	7	9

DATA BONGKAR/MUAT BULAN AGUSTUS

NO	NAMA KAPAL (AGUSTUS 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour	
		CY					TL					CY					TL							
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL			
1	LOGISTIK NUSANTARA I					0					0	164					164	5				5	4	6
2	MEGAH PACIFIC					0	5		38		43	18					18	25				25	5	8
3	HAPPY STAR I	18		125	1	144	84	1	80	6	171					0					0	5	13	
4	HAPPY STAR I					0					0	158	1				159	72	3			75	4	8
5	SURYA PEKIK					0	1		135		136	192					192					0	7	9
6	PERSADA X			27		27	8		34	3	45	40					40	34				34	5	54
7	FREEDOM	6		125		131	8		3		11					0					0	5	19	
8	LIT ENTERPRISE	53		11		64	49	4	83		136					0					0	6	6	
9	MULTI KARYA I	13		17	2	32	36		4		40					0					0	2	10	
10	MULTI KARYA I					0					0	34	6				40	76				76	7	9
11	SAKURA 09					0	3		47	12	62	34					34	37	5			42	6	7
12	CALYPSO					0	11		75	13	99	38	11				49	64	2			66	7	7
13	MENTARI EXPRESS					0					0	22					22					0	0	4

DATA BONGKAR/MUAT BULAN AGUSTUS (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (AGUSTUS 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
14	ILLANNUR					0					0			125		125					0	11	16
15	MENTARI TRADER					0					0	40				40	62				62	5	8
16	MEGAH PACIFIC					0	1		42		43	20				20	18		1		19	6	8
17	PERMATA 7, LCT					0	35		6	2	43					0					0	1	10
18	PERMATA 7, LCT					0					0					0	28	1	4	6	39	1	11
19	CARAKA JAYA NIAGA III 22					0					0	76				76	129	1			130	6	6
20	LIT ENTERPRISE					0	11		32		43	43				43					0	6	8
21	ASIA SEJAHTERA	51	1			52	3		83	1	87					0					0	12	15
22	PERSADA 88					0					0	51				51	94	2			96	6	8
23	PERSADA 88					0	28	4	1		33					0	16	3	18		37	8	9
24	PERMATA 2, LCT					0			115		115	176	2			178					0	7	7
25	CURUG MAS	26		134		160	2		87		89	232				232					0	9	11
26	MENTARI PRAKARSA					0	1		41	1	43	16				16	27				27	5	12

DATA BONGKAR/MUAT BULAN AGUSTUS (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (AGUSTUS 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
27	CARAKA JAYA NIAGA III 22					0					0					0	1		37		38	5	14
28	MEGAH PACIFIC			16		16			76		76	68	1			69	30	2			32	9	16
29	LCT PERMATA 1					0			50	12	62	44	5			49	24				24	9	13
30	MULTI MANDIRI	4		10		14	33	1	20		54					0					0	2	11
31	SAKURA 09	1		85		86	2		130		132	220				220					0	13	14
32	MULTI KARYA I, KM	17		56		73	85		41	14	140	175	6			181	68	1			69	5	8
33	KANNON BARU , KM					0	7		71		78	116				116					0	6	9
34	HAPPY STAR I					0					0	170				170	6				6	3	8
35	MENTARI SEJAHTERA	39		83		122					0					0					0	7	17
36	MENTARI PERDANA					0	36	1	15	1	53	31		1		32	42	2			44	8	9

DATA BONGKAR/MUAT BULAN SEPTEMBER

NO	NAMA KAPAL (SEPTEMBER 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
1	MEGAH PACIFIC					0	4		30		34	18				18	25				25	5	10
2	LCT PERMATA 7					0	32	2	5		39					0	15		31	1	47	9	11
3	MULTI KARYA I, KM					0					0	86	2			88	37	1			38	3	8
4	MENTARI EXPRESS					0			80		80	46		2		48					0	4	9
5	CALYPSO					0	4		62	18	84	21	14			35	62				62	8	9
6	MERATUS ULTIMA 1, KM					0			52		52			59		59					0	3	3
7	CARAKA JAYA NIAGA III 32					0			68		68					0					0	3	17
8	MENTARI TRADER					0	20		52		72	40				40	58	2			60	6	8
9	PERSADA X	34				34	40	2			42					0					0	3	5
10	CARAKA JAYA NIAGA III 22					0					0	26				26					0	2	2
11	CURUG MAS					0			151	1	152	157				157					0	7	7
12	LIT ENTERPRISE					0	120	1	101		222					0					0	12	14
13	MULTI MANDIRI			32		32	45		12	3	60	67				67	33	2			35	6	10
14	MERATUS ULTIMA 1					0					0	119				119	25				25	1	2

NO	NAMA KAPAL (SEPTEMBER 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour	
		CY					TL					CY					TL							
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL			
15	LOGISTIK NUSANTARA I					0					0	171					171					0	4	5
16	PERMATA 1, LCT					0	31	3	6		40					0	15	3	14	1	33	5	9	
17	MEGAH PACIFIC					0	9		23		32	16				16	36				36	6	9	
18	SAKURA 09					0	13	4	42	4	63	13	7			20	54				54	6	7	
19	HAPPY STAR I	24		115		139	49		79	4	132	164	1			165	69	5			74	6	7	
20	LIT ENTERPRISE					0					0	82				82	123	2			125	9	10	
21	MULTI KARYA			54		54			14	3	17	73	1			74	33				33	6	8	
22	MENTARI PRAKARSA			31		31	21		180		201	224				224					0	7	7	
23	PERSADA 88			55	1	56	51	1	32	2	86	28				28	97	3			100	6	7	
24	ASIA SEJAHTERA					0	15		28		43	43				43					0	6	8	
25	NUSANTARA PELANGI 101	2		42		44					0					0					0	0	0	
26	MENTARI SEJAHTERA	135				135	21		89		110	135				135					0	7	8	
27	MEGAH PACIFIC					0	6		38		44					0					0	3	3	
28	MENTARI EXPRESS					0	9		70		79	64				64					0	5	7	

NO	NAMA KAPAL (SEPTEMBER 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
29	KM.MULTI MANDIRI	3		6		9	50		29	3	82					0					0	5	14
30	CALYPSO, KM					0	9		76	16	101	26	15	1		42	70				70	7	7
31	MENTARI TRADER, KM	9		25		34	40		15		55	30				30	72				72	4	9
32	FREEDOM					0					0	165				165					0	4	9
33	CARAKA JAYA NIAGA III 22	1		23		24					0	20				20					0	1	4
34	PERMATA 7, LCT					0	32	6	1	4	43					0	13	1	27	3	44	10	11
35	MEGAH PACIFIC					0	1		42		43	16				16	28				28	6	11
36	HAPPY STAR I	8		70		78	70	2	139	4	215	175	40			215	74	1			75	8	8
37	SAKURA 09					0	9		39	12	60	21	10			31	35	5			40	6	7
38	CURUG MAS					0			186		186	214		4		218					0	10	11
39	LIT ENTERPRISE	22		35		57	55		55		110					0					0	9	11
40	CARAKA JAYA NIAGA III 32					0					0	18				18					0	1	3
41	ASIA SEJAHTERA					0	55		40		95					0					0	1	3
42	SURYA PESONA					0					0	70				70	30				30	2	3

DATA BONGKAR/MUAT BULAN OKTOBER

NO	NAMA KAPAL (OKTOBER 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour	
		CY					TL					CY					TL							
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL			
1	LIT ENTERPRISE					0					0	75					75	125	5			130	9	12
2	PERMATA 1, LCT	33	1	7		41					0					0						0	8	8
3	MERATUS ULTIMA 1 (TOL LAUT)					0				197		197					0	187				187	7	8
4	CALYPSO					0				81	15	96	41	14			55	49	1			50	9	10
5	MEGAH PACIFIC					0	8			35		43	16				16	37				37	6	8
6	PERSADA 88	26		28		54	50			34	6	90					0					0	7	11
7	LOGISTIK NUSANTARA 1	14				14	2			174		176					0					0	11	18
8	MULTI KARYA I, KM	2		36		38	36	1		15	2	54	76	3			79	34				34	6	7
9	MENTARI PRAKARSA (TOL LAUT)			31		31	21			180		201	224				224					0	37	43
10	PERSADA 88, KM					0						0	51	2			53	77	4			81	7	10
11	SAKURA 09					0	12			38	12	62	31				31	35	7			42	5	5

DATA BONGKAR/MUAT BULAN NOVEMBER (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (OKTOBER 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
12	MENTARI PERDANA (TL)					0	9		157		166					0					0	11	28
13	HAPPY STAR I	15		56		71	48		65	3	116	167	3			170	66	1			67	8	9
14	MENTARI TRADER			46		46	49		7		56	40				40	62				62	7	10
15	MENTARI EXPRESS (TL)	2				2	11		120		131	153				153					0	5	6
16	PERMATA 1, LCT					0				0						0	21	2	11	3	37	5	9
17	MENTARI PRAKARSA					0	38		160		198					0					0	16	19
18	MENTARI SEJAHTERA					0	33		122		155	150				150	2				2	6	6
19	MENTARI PERSADA					0	111		8	27	146					0					0	7	8
20	MENTARI PERDANA	1				1					0	158				158					0	4	6
21	MEGAH PACIFIC					0	18		30		48	13				13	31				31	6	8
22	CURUG MAS					0	6		174		180	229				229					0	9	13
23	LOGISTIK NUSANTARA 1					0					0	164				164					0	5	6

DATA BONGKAR/MUAT BULAN NOVEMBER (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (OKTOBER 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
24	PERMATA 7, LCT					0	31	3	8	7	49					0					0	6	11
25	PERMATA 7, LCT					0					0					0	21	2	22		45	3	9
26	LOGISTIK NUSANTARA 2					0					0	37				37					0	2	4
27	CALYPSO				12	12	7		75	3	85	35	12			47	69				69	9	10
28	SURYA PESONA, KM					0	22		103		125					0					0	7	8
29	CARAKA JAYA NIAGA III 22, KM					0	1	21			22	46				46					1	3	9
30	SURYA PEKIK, KM					0	4		206		210					0					0	12	33
31	MEGAH PACIFIC					0	27		10		37	16				16	28				28	5	7
32	MULTI KARYA I, KM	22		40		62	20		10	3	33	71	2			73	34	1			35	6	7
33	SURYA PESONA	9				9	76				76	31		18		49					0	2	3
34	LCT AYU 18					0					0	22				22	55				55	4	13
35	PERSADA 88, KM					0	98	1	38	2	139	50				50	75	7			82	9	10

DATA BONGKAR/MUAT BULAN NOVEMBER (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (OKTOBER 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
36	SAKURA 09, KM				12	12	7		43		50	21	7			28	49				49	10	12
37	HAPPY STAR I	26	2	82		110	71		22	3	96	149	1			150	68	2			70	8	9
38	PERMATA 1, LCT					0	26	5	2		33					0	21	1	17	1	40	9	16
39	MERATUS ULTIMA 1			6		6			204		204					0					0	9	13
40	MEGAH PACIFIC					0	12		33		45	14				14	29				29	6	11
41	MENTARI PRAKARSA, KM					0	23		267		290	229				229					0	7	8
42	MULTI MANDIRI, KM					0					0	58	4			62	38	1			39	6	10
43	HAPPY STAR I	69		24	3	96	30		78	1	109	149	1			150	68	2			70	8	9

DATA BONGKAR/MUAT BULAN NOVEMBER

NO	NAMA KAPAL (NOVEMBER 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour	
		CY					TL					CY					TL							
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL			
1	MERATUS ULTIMA 1					0					0	159					159	9				9	4	6
2	MENTARI TRADER					0	58	2	32		92					0					0	5	8	
3	LIT ENTERPRISE					0	64	1	93		158	86				86	123	4			127	9	10	
4	CALYPSO, KM		1	44	1	46	9	3	35		47	44	3			47	76	1			77	5	6	
5	MULTI MANDIRI, KM	11		39		50	33	2	7		42					0					0	7	17	
6	PERMATA 7, LCT					0	22	2	5	6	35					0					0	6	8	
7	CURUG MAS					0			173		173	243				243					0	10	12	
8	MULTI KARYA I	5	1	21		27	22	1	21		44	69	2			71	42	2			44	2	10	
9	PERSADA 88					0	55		80	12	147	50				50	78				78	8	8	
10	CARAKA JAYA NIAGA III 22, KM					0	1		43		44					0					0	7	14	
11	HAPPY STAR I	10	1	48		59	31		62	3	96	159	6			165	70	3			73	8	9	
12	MEGAH PACIFIC, KM					0	5		40		45	15				15	28				28	6	7	
13	MENTARI SEJAHTERA					0	39		117		156	130				130					0	8	8	

DATA BONGKAR/MUAT BULAN NOVEMBER (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (NOVEMBER 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
14	LOGISTIK NUSANTARA 2					0					0	43				43					0	2	8
15	PERMATA 7, LCT					0					0					0	39				39	3	7
16	SAKURA 09, KM				12	12	17		33		50	24	10			34	36				36	6	10
17	SURYA PESONA, KM					0	46		79		125					0					0	3	5
18	MEGAH PACIFIC, KM					0	4		41		45	16				16	27				27	9	11
19	PERMATA 1, LCT					0	24	2	12		38					0					0	6	8
20	LOGISTIK NUSANTARA 1					0	77		96		173	128		6		134					0	6	8
21	LIT ENTERPRISE					0	48	1	170	1	220					0					0	11	17
22	LIT ENTERPRISE					0					0	76				76	124	3			127	9	11
23	CALYPSO, KM					0	4	9	91		104	42	6			48	57	7			64	8	10
24	SURYA PESONA, KM	2				2					0	81				81	24		22		46	5	7
25	MEGAH PACIFIC, KM					0	9		36		45	16				16	24				24	6	7
26	MENTARI SEJAHTERA					0	18		136		154	120				120					0	6	10

DATA BONGKAR/MUAT BULAN DESEMBER

NO	NAMA KAPAL (DESEMBER 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
1	CALYPSO, KM					0	6		76	15	97	40	10			50	65				65	7	7
2	CURUG MAS, KM					0			281		281	239				239	9				9	13	14
3	MERATUS ULTIMA 1					0					0	154				154	15				15	6	7
4	PERMATA 1, LCT					0	17	6		2	25					0					0	3	4
5	BINTANG SEJAHTERA 1, KM					0					0	60				60	35				35	6	13
6	HAPPY STAR I ,KM	7		68		75	41	1	45	9	96	211	3	1		215	55	2			57	6	13
7	KINTAMANI, KM	9		80	11	100					0					0	95	9			104	5	7
8	MEGAH PACIFIC, KM					0	7		38		45	16				16	28				28	8	10
9	LIT ENTERPRISE ,KM					0					0	77				77	121	3			124	9	10
10	PERSADA 88, KM					0	42	1	92		135					0	16				16	7	8
11	SURYA PESONA, KM					0	19		106		125					0					0	14	15

DATA BONGKAR/MUAT BULAN DESEMBER (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (DESEMBER 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour	
		CY					TL					CY					TL							
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL			
12	LOGISTIK NUSANTARA 3					0					0	111					111					0	6	4
13	MENTARI PRAKARSA, KM					0	9		262		271	199					199					0	7	8
14	SAKURA 09, KM					0			74		74	26	5			31	25	7			32	6	8	
15	LOGISTIK NUSANTARA 2	4		2		6			54		54	28				28					0	3	10	
16	SURYA PESONA, KM					0					0	70				70	34		21		55	5	6	
17	MULTI UTAMA, KM	3		32		35	24		43	4	71	84	4			88	39				39	6	7	
18	LOGISTIK NUSANTARA 1,	2				2	46		100		146	38		1		39					0	3	3	
19	CATTLEYA, KM					0			38		38					0					0	9	13	
20	CALYPSO, KM					0	6		76	13	95	23	10			33	84				84	9	10	
21	MEGAH PACIFIC, KM					0	3		40		43	16				16	28				28	55	6	
22	PERMATA 7, LCT					0	42		9		51					0					0	9	13	

DATA BONGKAR/MUAT BULAN DESEMBER (LANJUTAN)

NO	NAMA KAPAL (DESEMBER 2017)	DISCHARGE										LOADING										Box /Ship /Hour	Box /Crane /Hour
		CY					TL					CY					TL						
		20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL	20 FL	40 FL	20 MT	40 MT	TOTAL		
23	PERMATA 7, LCT					0					0					0	30	2	2	3	37	6	9
24	MENTARI SEJAHTERA, KM					0	32		100		132	8				8	126		1		127	6	11
25	HAPPY STAR I ,KM	3		115		118	68	1	70	1	140					0					0	6	15
26	MENTARI PERDANA, KM	17		46		63	26		54		80					0					0	4	22
27	MENTARI TRADER					0					0	36				36	58	1			59	6	12
28	SAKURA 09, KM					0	7		41	12	60	29				29	45	3			48	3	9
29	LIT ENTERPRISE ,KM					0					0					0	72	4	124	2	202	15	20
30	CARAKA JAYA NIAGA III - 32	2		52		54	5				5					0					0	2	3
31	MEGAH PACIFIC, KM					0	2		43		45	23				23	22				22	7	11
32	MERATUS ULTIMA 1			252		252			1		1					0					0	16	22

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Wesley Limanto merupakan anak kedua dari Andreas Rudjujanto dan Lidyawati HAM yang lahir di Surabaya, 10 Agustus 1996. Penulis memulai pendidikannya di TK Rhapsody Surabaya pada tahun 2000-2002. Penulis kemudian melanjutkan sekolah di tingkat dasar (SD) di SD MIMI Surabaya pada tahun 2002-2008. Penulis meneruskan pendidikan di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP MIMI Surabaya dari tahun 2008-2011 dan kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Atas (SMA) dari tahun 2011-2014. Ketika lulus SMA, penulis mendaftar perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan masuk di Jurusan Teknik Industri pada tahun 2014.

Selama masa perkuliahan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, penulis mengikuti kegiatan eksternal pada tahun pertama dan tahun kedua perkuliahan. Penulis menjadi anggota Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) bola basket pada semester pertama di Tahun 2014. Penulis juga menjadi staf dari Departemen Kewirausahaan (KWU) di perkumpulan Keluarga Mahasiswa Katolik (KMK) ITS pada periode 2015-2016. Penulis selalu aktif dalam mengikuti perlombaan basket di tingkat jurusan melalui ajang FTI Olympic Games (FOG) Cabor Basket dan ITS Basketball League (IBL) untuk Rektor Cup dari tahun 2014-2018. Pada tahun 2017, penulis memperoleh pengalaman bekerja selama 1 bulan kerja praktek di PT Djarum Kudus. Untuk diskusi lebih lanjut, penulis dapat dihubungi melalui e-mail wesleylimm@gmail.com.